Exámenes relámpago... (orden inverso)
Física III

1. Calcula
   (a) la densidad de flujo magnético B,
   (b) el campo magnético H,
   (c) la inductancia L,
   (d) y la energía acumulada U,

   en una bobina cilíndrica recta de altura formada por $N \gg 1$ vueltas de un alambre en el cual circula una corriente I, enrolladas uniforme en un cilindro de altura H y radio a de un material con permeabilidad μ.

2. La superficie $z = 0$ divide dos dieléctricos con (1 y 2) constante dieléctrica $\varepsilon_1 = 1$ ($z < 0$) y $\varepsilon_2 = 2$ ($z > 0$). El campo eléctrico en $z = 0^-$ tiene tamaño $E_1 = 5$ y forma un ángulo de 30° respecto al eje z. Calcula el campo eléctrico E_2 del otro lado de la interfase (en $z = 0^+$).

3. Un capacitor de placas paralelas de radio a separadas una distancia d está lleno de un material dieléctrico con permitividad ε. Se deposita una carga externa $\pm Q^{ex}$ en las placas.
   (a) Calcula el campo externo E^{ex} dentro del capacitor.
   (b) Calcula la polarización P inducida en el dieléctrico.
   (c) Calcula la carga σ^{ind} inducida en la superficie y la carga ρ^{ind} inducida en el interior del dieléctrico.
   (d) Calcula el campo total E dentro del capacitor.
   (e) Calcula la diferencia de potencial V entre las placas.

4. La luz del sol que incide sobre un metro cuadrado en la superficie de la tierra tiene aproximadamente 1.5kW de potencia. Calcula aproximadamente el campo eléctrico asociado a la luz solar.

5. Un condensador de placas paralelas formado por dos discos de radio a separados una distancia d con carga Q se descarga a través de una resitencia R.
   (a) Calcula el flujo de energía en el interior del capacitor para todo tiempo t al orden más bajo en $1/c$.
   Considera un cilindro de radio r y largo l situado en el interior del capacitor coaxialmente.
   (b) Calcula cuanta energía hay en el interior del cilindro al tiempo t.
   (c) Calcula la potencia que sale del cilindro.
   (d) Verifica la consevación de energía en el cilindro.

6. Una onda plana monocromática de frecuencia ω se propaga en la dirección $(1,1,1)$ y tiene un campo eléctrico con amplitud $E_0/\sqrt{3}(1,1,-2)$. . Calcula $\vec{E}(\vec{r},t)$ y $\vec{B}(\vec{r},t)$ para toda $\vec{r}$ y t.

7. Considera una onda electromagnética en el vacío cuyo campo eléctrico es $\vec{E}(\vec{r},t) = (E_0/\sqrt{2})(1,1,0)cos(kz - \omega t)$
   (a) ¿Cual es la relación entre k y ω?
   (b) ¿Cuanto vale el campo magnético $\vec{B}(\vec{r},t)$ que la acompaña?

8. Cuales de las siguientes expresiones satisfacen la ecuación de onda y cual es la velocidad correspondiente:
   (a) $f(x,t) = A\sin(ax - bt)$
   (b) $f(x,t) = A\exp(-(ax + bt)^2)$
   (c) $f(x,t) = A\cos(ax)\sin(bt)$
   (d) $f(x,t) = A\cos(ax^2)\sin(bt^2)$

9. Calcula la potencia que suministra un fuente de voltaje $V(t) = V_0 \cos\omega t$ a un circuito formado por dos tubos conductores concentricos semiinfinitos de radios r_1 y r_2.

10. Calcula la inductancia total L de un sistema formado por dos inductancias L_1 y L_2 conectadas:
    (a) en serie,
    (b) en paralelo.

11. Al tiempo $t = 0$ circula una corriente I_0 en un circuito formado por una resistencia R conecatada a una inductancia L. Calcula la corriente $I(t)$ a todo tiempo t subsecuente.

12. ¿Qué voltaje V debemos aplicar a una bobina toroidal de radios a y $b \ll a$ con $N \gg 1$ espiras para establecer una corriente I en un tiempo T?

13. Dos pequeños imanes idénticos con momento dipolar magnético $\vec{m}$ se hallan separados una distancia r.
    (a) Si se permite que ambos imanes giren libremente, ¿cual(es) son sus configuraciones de mínima energía?
    (b) Calcula la fuerza entre los imanes en su configuración de mínima energía. ¿Es atractiva o repulsiva?

14. Un conductor está formado por un alambre cilíndrico de radio a rodeado por un cilindro conductor coaxial de radio interior b y exterior c. Por el conductor interior circula una corriente I que regresa por el conductor exterior. Calcula el campo magnético B en todo el espacio.

15. Calcula el campo magnético producido por una corriente I que circula en una bobina toroidal de $N \gg 1$ vueltas con radios a y $b < a$.

16. (a) Demuestra que $\nabla \cdot \vec{B} = 0$.
    (b) Demuestra que $\int_{\partial V} d\vec{a} \cdot \vec{B} = 0$ donde V es un volumen cualquiera y ∂V su frontera.

17. Un conductor largo de longitud L_x y sección transversal rectangular $L_y \times L_z$ tiene una densidad n de portadores de carga q con un tiempo entre colisiones τ.
    (a) Explica por qué si se aplica una caida de potencial V a lo largo de la dirección x en presencia de un campo magnético B a lo largo de la dirección z aparece una caida de potencial V_H a lo largo de la dirección y.
    (b) Calcula V_H.

18. Una masa M está sujeta por un resorte de constante k a una pared. Su movimiento está amortiguado por una fuerza viscoza $F_v = -\gamma v$ donde v es la velocidad de la masa. Muestra que este sistema es *análogo* a un circuito RC en el límite de masas M muy pequeñas. Encuentra las relaciones entre R, C, k y γ.

19. ¿Cuanto vale la parte real y la parte imaginaria de $\cos(x + iy)$ y $\sin(x + iy)$, donde x y y son reales?

20. Calcula *aproximadamente* la corriente que circula en la resistencia R_5 del circuito mostrado resistencias $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 1\Omega$ y $R_5 = 1M\Omega$, alimentado por una bateria de $V = 3V$.

21. Discute que le pasa a la conductividad de
    (a) un metal,
    (b) un semiconductor intrínseco y
    (c) un semiconductor tipo n

    conforme aumenta su temperatura.

22. A 273K la conductividad del Na es $\sigma = 1/(4{,}2 \times 10^{-6}\Omega\text{cm})$ $(1\Omega = (1/9) \times 10^{-11}\text{stat}\Omega)$. El sodio es un metal monovalente, cuya estructura cristalina es FCC y con parámetro de red $a = 4{,}23$Å. ¿Calcula su tiempo τ de relajamiento. $(e = 4{,}8 \times 10^{-10}\text{esu})$

23. Calcula la capacitancia de un condensador formado por dos esferas de radio a separadas una distancia $d \gg a$.

24. Considera dos placas conductoras cuadradas de lado L colocadas una frente a la otra a una distancia d. Sobre una de ellas se coloca una carga $Q > 0$ y sobre la otra una carga $-Q$.
    (a) Calcula la diferencia de potencial entre ellas.

(b) Se coloca un electrón en la vecindad de la placa negativa y se deja libre. ¿Con qué energía golpea posteriormente a la placa positiva?

(c) Se coloca un protón en la vecindad de la placa positiva y se deja libre. ¿Con qué energía golpea posteriormente a la placa negativa?

25. Usa los teoremas de Stokes y/o Gauss para demostrar que la integral de un rotacional $\nabla \times \vec{F}$ sobre una superficie cerrada ∂V es nula $\int_{\partial V} d\vec{a} \cdot \nabla \times \vec{F}(\vec{r}) = 0$

26. Calcula la densidad de carga $\rho(\vec{r})$ que da origen al campo
    (a) $\vec{E}(\vec{r}) = E_0 \hat{x} \cos(x/a)$,
    (b) $\vec{E}(\vec{r}) = E_0 \hat{y} \cos(x/a)$,
    (c) $\vec{E}(\vec{r}) = E_0 (r/a) \hat{r}$,
    (d) $\vec{E}(\vec{r}) = E_0 (a^2/r^2) \hat{r}$,

    donde a es una constante con unidades de distancia.

27. Calcula en todo el espacio el potencial eléctrico $\phi(z)$ producido por una placa plana infinitamente grande y de ancho L centrada en el plano xy y uniformemente cargada con densidad ρ.

28. Un cilindro sólido de longitud L y radio a está cargado uniformemente con una carga Q. Calcula el campo eléctrico en todo el espacio (dentro y fuera del cilindro) en el límite $L \to \infty$, $Q \to \infty$, $Q/L = \lambda =$constante.

29. Cuanto vale el flujo $\Phi = \int d\vec{a} \cdot \vec{E}$ del campo eléctrico $\vec{E}$ producido por una carga puntual q colocada en la posición $\vec{r}_0$, integrado sobre un cubo de lado $L = 1cm$ centrado en el origen y orientado de acuerdo a los planos cartesianos, cuando
    (a) $\vec{r}_0 = 0$,
    (b) $\vec{r}_0 = (1,0,0) \times 1cm$,
    (c) $\vec{r}_0 = (0{,}5,0,0) \times 1cm$,
    (d) $\vec{r}_0 = (0{,}5,0{,}5,0) \times 1cm$,
    (e) $\vec{r}_0 = (0{,}5,0{,}5,0{,}5) \times 1cm$.

30. De los siguientes campos vectoriales,
    (a) $\vec{F}_1(\vec{r}) = \vec{A}_1 \times \vec{r}$,
    (b) $\vec{F}_2(\vec{r}) = \vec{A}_2$,
    (c) $\vec{F}_3(\vec{r}) = e^{-a_1 r} \vec{r}/r^3$,
    (d) $\vec{F}_4(\vec{r}) = (3\vec{A}_3 \cdot \vec{r}\vec{r} - \vec{A}_3 r^2)/r^5$,

    ¿cuales no podrían ser campos electrostáticos?

31. (4 puntos) Calcula $\int_C d\vec{l} \cdot \vec{F}$ donde $\vec{F}(x,y,z) = (x,y,z)$ y $\mathcal{C}$ es:
    (a) una recta que va del punto $(1,0,0)$ al punto $(0,1,1)$,
    (b) un sector de un círculo en el plano xy centrado en el origen que va del punto $(1,0,0)$ al punto $(0,1,0)$, seguido de un tramo recto que va del punto $(0,1,0)$ al punto $(0,1,1)$,
    (c) una hélice coaxial con el eje z que da un cuarto de vuelta alrededor del eje z mientras se aleja uniformemente del plano xy para llegar de $(1,0,0)$ a $(0,1,1)$.

32. (4 puntos) Una masa $m = 5g$ está colgada mediante hilos de longitud $L = 100cm$ de dos globos, cada uno de los cuales tiene una carga $Q = 2000$esu. Calcula la distancia entre los globos.

33. Una carga q realiza un movimiento armónico con amplitud A y frecuencia ω a una distancia L de una superficie conductora plana infinita, con $A, L \ll c/\omega$. Calcula la potencia electromagnética radiada
    (a) cuando el movimiento es perpendicular a la superficie,
    (b) y cuando es paralelo.