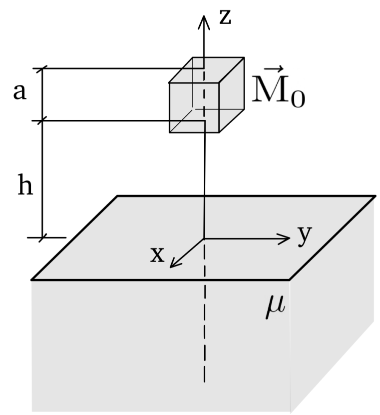
FÍSICA TEÓRICA 1 – 2do. Cuatrimestre de 2024

PROPUESTA DE EJERCICIO PARA EL 25/09:
GUÍA 3 - MEDIOS MAGNÉTICOS

Un imán cúbico de lado a con magnetización uniforme $M_0\,\hat{z}$ permanente, se ubica a una distancia h por encima de un medio permeable L.I.H. y semi-infinito como muestra la figura. El medio ocupa la región $z < 0$ y tiene permeabildad magnética μ.
Datos: a, h, M_0, μ.



(a) Identificar todas las fuentes de los campos $\mathbf{H}$ y $\mathbf{B}$: De ser posible calcúlelas explícitamente, caso contrario indique su ubicación en el espacio y escriba una expresión para obtenerlas.

$[12\,pts.]$

(b) Calcular el campo $\mathbf{H}$ en todo el espacio, puede dejarlo expresado en términos de operadores diferenciales aplicados a algún potencial.

- Extras ítem (b) -
Chequear que el resultado:
(o) tiene las unidades correctas.
(i) representa campos Reales.
(ii) se reduce a lo esperado en el caso $\mu = 1$.
(iii) satisface la simetría de la configuración magnética, esto es, el potencial calculado es invariante ante la transformación compuesta dada por *paridad* en x (o en y) + *cambio de signo global*.
Recordar que: Ante paridad en $\mathbf{r}$ un campo *pseudoescalar* $\Phi(\mathbf{r})$ transforma según: $\Phi'(\mathbf{r}) = -\Phi(-\mathbf{r})$.

$[70\,pts.]$

(c) El caso $\mu \to 0$ corresponde a un diamagnético perfecto:
(i) Evaluar $\mathbf{B}$ en el caso $\mu \to 0$ (puede dejarlo en función de derivadas).
(ii) Dibujar (cualitativamente) las líneas de campo magnético $\mathbf{B}$ en todo el espacio para $\mu \to 0$ (preste atención a la superficie $z = 0$ y las condiciones de contorno de $\mathbf{B}$).
(iii) Interprete el resultado en (i) y el análisis hecho en (ii) para determinar el momento dipolar total de la configuración en el caso $\mu \to 0$.

$[18\,pts.]$

Algunas Fórmulas útiles (complementar con el apunte de fórmulas de la guía 2):

- Algunas ecuaciones fundamentales:

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{D} &= 4\pi\, \rho_\ell \\ \nabla \times \mathbf{E} &= 0 \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{H} &= \frac{4\pi}{c}\, \mathbf{j}_\ell \end{aligned}$$

- algunas definiciones:

$$\mathbf{j}_m = c\, \nabla \times \mathbf{M}$$

$$\mathbf{H} = \mathbf{B} - 4\pi\, \mathbf{M}$$

- algunas ecuaciones de empalme:

$$\begin{aligned} (\mathbf{B}_2 - \mathbf{B}_1) \cdot \hat{\mathbf{n}} &= 0 \\ \hat{\mathbf{n}} \times (\mathbf{B}_2 - \mathbf{B}_1) &= \frac{4\pi}{c}\, \mathbf{g}_t \\ (\mathbf{H}_2 - \mathbf{H}_1) \cdot \hat{\mathbf{n}} &= 4\pi\, \sigma_m \\ \hat{\mathbf{n}} \times (\mathbf{H}_2 - \mathbf{H}_1) &= \frac{4\pi}{c}\, \mathbf{g}_\ell \qquad [\hat{\mathbf{n}} \text{ tiene dirección de } (1) \to (2)] \\ (\mathbf{M}_2 - \mathbf{M}_1) \cdot \hat{\mathbf{n}} &= -\, \sigma_m \\ \hat{\mathbf{n}} \times (\mathbf{M}_2 - \mathbf{M}_1) &= \frac{1}{c}\, \mathbf{g}_m \end{aligned}$$

- algunas relaciones constitutivas:

$$\begin{aligned} \mathbf{M} &= \chi_m\, \mathbf{H} \\ \mathbf{B} &= \underbrace{(1 + 4\pi\, \chi_m)}_{\mu}\, \mathbf{H} \end{aligned}$$