



سوال ۱:

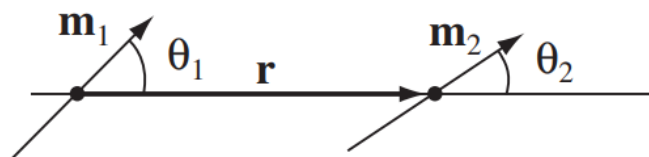
الف) نشان دهید انرژی یک دوقطبی مغناطیسی که در میدان مغناطیسی B قرار گرفته است، برابر است با:

$$U = -m \cdot B$$

ب) نشان دهید که انرژی برهم کنش دو دوقطبی مغناطیسی که با فاصله r از یکدیگر جدا هستند، برابر است با:

$$U = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{r^3} [\mathbf{m}_1 \cdot \mathbf{m}_2 - 3(\mathbf{m}_1 \cdot \hat{\mathbf{r}})(\mathbf{m}_2 \cdot \hat{\mathbf{r}})]$$

ج) پاسخ خود به بخش قبل را بر حسب زوایای θ_1, θ_2 که در شکل زیر نشان داده شده است، بازنویسی کنید. اگر فاصله میان دو دوقطبی ثابت باشد ولی اجازه داده شود که آزادانه دوران کنند، آن گاه آرایش پایدار آن‌ها چه خواهد بود؟



سوال ۲:

دوقطبی مغناطیسی m در مرکز یک کره (با شعاع R) از یک ماده فرومغناطیسی خطی با تراوایی μ گنجانده شده است.

الف: نشان دهید که میدان در درون کره برابر است با:

$$\frac{\mu}{4\pi} \left\{ \frac{1}{r^3} [3(\mathbf{m} \cdot \hat{\mathbf{r}})\hat{\mathbf{r}} - \mathbf{m}] + \frac{2(\mu_0 - \mu)\mathbf{m}}{(2\mu_0 + \mu)R^3} \right\}$$

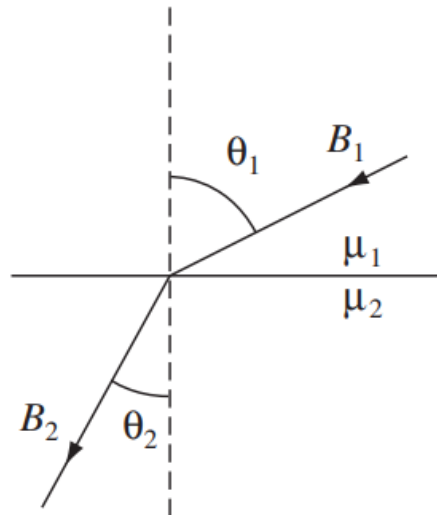
ب: میدان در بیرون کره چیست؟

سوال ۳:

در صفحه بین دو ماده مغناطیسی مختلف، خط‌های میدان مغناطیسی (مطابق شکل زیر) خم می‌شوند. نشان

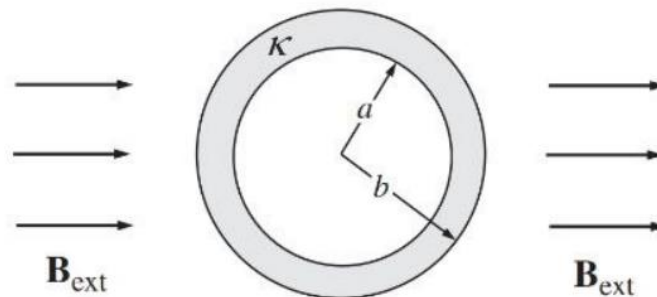
دهید که رابطه $\frac{\tan \theta_2}{\tan \theta_1} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$ برقرار است. (فرض کنید که هیچ جریان آزادی در مرز دو ماده وجود

ندارد)


سوال ۴:

مطابق شکل زیر یک میدان مغناطیسی همگن خارجی $B_{ext} = B_{ext} \hat{x}$ بر روی یک پوسته استوانه‌ای بسیار طولانی اعمال می‌شود. شعاع درونی استوانه a و شعاع بیرونی آن b است و همچنین $\kappa = \frac{\mu}{\mu_0}$ است. بقیه فضا نیز خلا است. نشان دهید که میدان داخل پوسته از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\mathbf{B}_{in} = \frac{4\kappa b^2}{(\kappa + 1)^2 b^2 - (\kappa - 1)^2 a^2} \mathbf{B}_{ext}$$





سوال ۵ :

با توجه به بخش مواد فرومغناطیسی کتاب، در مورد هر یک از مفاهیم زیر چند خط بنویسید.

الف: آهنربا دائمی و نحوه ساخته شدن آن

ب: حلقه‌های هیستریزس

پ: نقطه کوری و تغییر فاز