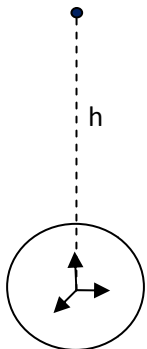


**تمرین سری هشتم – موعد تحویل: شنبه ۱۳۸۷/۹/۱۶**

۱. در یک استوانه به طول  $L$  و شعاع  $R$  قطبش ثابت  $\mathbf{M}_0$  در راستای محور اصلی اش دارد.
- الف) با محاسبه جریان‌های القایی میدان مغناطیسی را در داخل و خارج استوانه بیابید.
- ب) با مشابهت الکتریکی و محاسبه چگالی تک قطبی‌های مغناطیسی دوباره میدان را بیابید.
۲. کره‌ای به شعاع  $R$  طبق رابطه  $\mathbf{M} = M_1(r) \hat{r} + \mathbf{M}_0$  مغناطیده شده که برداری ثابت است. نشان دهید
- الف) میدان خارجی که توسط کره ایجاد می‌شود مستقل از  $\mathbf{M}$  است.
- ب) پتانسیل نرده‌ای مغناطیسی در داخل کره برابر است با  $\varphi(\mathbf{r}) = 4\pi \int_r^R M_1(r) dr + 4\pi \mathbf{r} \cdot \mathbf{M}_0$ .
۳. پوسته کروی از یک ماده مغناطیسی به تراوایی  $\mu_1$  و شعاع‌های داخلی و خارجی  $R_1, R_2$  را در یک میدان یکنواخت  $\mathbf{H}_0$  قرار می‌دهیم. تراوایی ماده در کاواک و ناحیه خارجی  $\mu_2$  است. میدان مغناطیسی داخل کاواک را تعیین کنید. در مورد  $\mu_1 \ll \mu_2$  بحث کنید.
۴. اثر پوستی: چون جریان‌های موازی همدیگر را دفع می‌کنند، در یک خط حامل جریان، بیشتر جریان از سطح سیم عبور می‌کند.
- الف) با توجه به این موضوع  $J(r)$  را برای یک سیم بی‌نهایت طویل بدست آورید. (راهنمایی: جریان را به سیم‌های کوچک تقسیم کنید و مجموع نیروهای الکتریکی و مغناطیسی وارد بر یک سیم جریان کوچک را بنویسید).
- ب) با توجه به این مسئله، مقاومت واقعی سیم‌ها از مقاومت محاسبه شده‌ی آنها کمتر است یا بیشتر؟ این اختلاف برای یک سیم با سطح مقطع دایره‌ای و شعاع  $r$  از چه مرتبه‌ای است؟
۵. برای پوسته‌ای کروی با شعاع  $r$  و چگالی بار سطحی یکنواخت  $\sigma$  که با سرعت  $\omega$  حول  $\hat{z}$  می‌چرخد، گشتاور دو قطبی مغناطیسی آن را بیابید. با استفاده از رابطه‌ی میدان دوقطبی مغناطیسی، میدان مغناطیسی را روی محور  $Z$  و به فاصله‌ی  $h$  از مرکز کره ( $r \ll h$ ) بیابید. حالا میدان دقیق را با استفاده از انتگرال‌گیری مستقیم (بدون فرض  $r \ll h$ ) بدست آورید. آیا این دو نتیجه در حد کره‌ی کوچک یکی می‌شوند؟
- 
۶. یک دوقطبی به گشتاور دو قطبی  $\mathbf{m} = -m_0 \hat{z}$  در مبدا مختصات قرار دارد، و در میدان مغناطیسی یکنواخت  $\mathbf{B} = B_0 \hat{z}$  قرار گرفته است. شعاع کره‌ای را بیابید که خط میدانی به آن وارد یا خارج نشود. سپس خطوط میدان مغناطیسی را در داخل و خارج این کره بنویسید.
۷. میدان مغناطیسی در مرکز یک  $n$  ضلعی منتظم که حامل جریان  $I$  است را بیابید. فاصله‌ی مرکز از یک ضلع را  $R$  در نظر بگیرید. آیا اگر  $n$  به بی‌نهایت میل کند، رابطه‌ی حاصل با رابطه‌ی یک حلقه‌ی دایره‌ای تطابق دارد؟



۸\* در یک تیغه‌ی مربعی ضخیم که از  $z = -a$  تا  $z = +a$  امتداد دارد، جریان حجمی یکنواخت  $\mathbf{J} = J_0 \hat{x}$  برقرار است. میدان مغناطیسی را بر حسب  $z$  برای نقاط داخل و خارج قطعه پیدا کنید.

۹\* یک خازن تخت بزرگ با چگالی بار سطحی ثابت  $\sigma$  برای صفحه‌ی بالایی و  $-\sigma$  برای صفحه‌ی پایینی را با سرعت ثابت  $v$  به موازات صفحات حرکت می‌دهیم.

الف) میدان مغناطیسی را در بین صفحات و بالا و پایین آنها بیابید.

ب) نیروی مغناطیسی بر واحد سطح صفحه‌ی بالایی و نیز جهت آن را مشخص کنید.

ج) به ازای چه سرعت  $v$  نیروی مغناطیسی با نیروی الکتریکی مساوی می‌شود؟

۱۰\* نشان دهید که میدان مغناطیسی یک سیم‌لوله‌ی طویل صرف‌نظر از شکل مقطع سیم‌پیچ‌هایش همواره به موازات محورش قرار دارد. حال مشروط بر آنکه شکل سیم‌پیچ‌ها در طول سیم‌لوله ثابت بماند بزرگی میدان نقاط داخل و خارج چنین سیم‌لوله‌ای چقدر است؟

۱۱. در محاسبه‌ی جریان داخل یک حلقه‌ی آمپری به طور کلی باید انتگرال زیر محاسبه شود:

$$I_{enc} = \int_S \mathbf{J}(\mathbf{r}) \cdot d\boldsymbol{\sigma}$$

مشکل آن است که بینهایت سطح می‌توان یافت که یک خط مرزی مشترک دارند. کدام یک از این سطوح را به کار ببریم؟