

تمرین سری هفتم – موعد تحویل: شنبه ۱۳۸۷/۹/۹

۱. برای خط بار به چگالی بار واحد طول $\lambda = 1 \text{ C/m}$ ، میدان الکتریکی را به دست آورید. فرض کنید این خط بار را با سرعت $v = c/1000$ در امتداد خودش حرکتش دهیم، جریان الکتریکی ناشی و نسبت $\frac{B}{E}$ را برای هر نقطه بیابید.

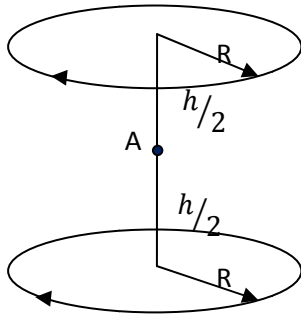
۲. دو حلقه با شعاع R با جریان‌های مساوی و هم جهت داریم (شکل زیر).

الف) میدان مغناطیسی در نقطه‌ای که بین مراکز دو حلقه به فاصله‌ی مساوی از هر دو قرار گرفته (نقطه‌ی A) چقدر است؟

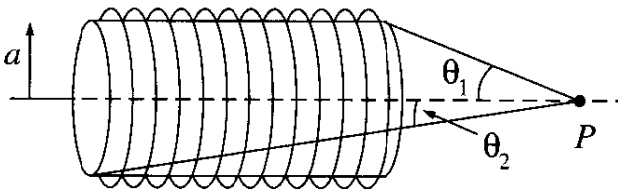
ب) فاصله‌ی بین حلقه‌ها چقدر باشد که $\frac{\partial B_z}{\partial z}$ در نقطه‌ی A نیز صفر باشد؟

پ) می‌دانیم: $\nabla \cdot \vec{B} = 0$. با توجه به آن چه چیزی برای $\frac{\partial B_y}{\partial y}$ در نقطه‌ی A می‌توان گفت؟

ت) صفر بودن مشتق اول به معنی این است که مولفه‌ی \hat{z} میدان تا فاصله‌ی زیادی نزدیک آن نقطه (روی محور) نزدیک صفر می‌ماند. برای صفر بودن مشتق دوم چه آرایشی از حلقه‌ها پیشنهاد می‌کنید (دقت کنید که ممکن است مجبور باشید از چند حلقه استفاده کنید).

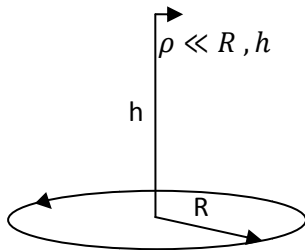


۳. برای سیم لوله‌ی زیر فرض کنید هر دور تقریباً دایره‌ایست و سیم مورد نظر n دور در واحد طول استوانه پیچیده شده است. جریان را I بگیرید و میدان مغناطیسی را در نقطه‌ی P بیابید. وقتی طول سیم لوله به بی‌نهایت میل می‌کند به چه جوابی می‌رسیم؟



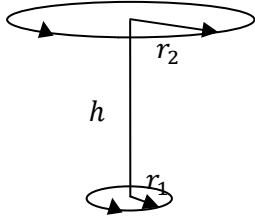
*۴

الف) با توجه به رابطه‌ی $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ برای نقاط روی محور یک حلقه با جریان I و شعاع R ، برای نقاط نزدیک محور E_ρ را به دست بیاورید. (شکل زیر)





(ب) برای شکل زیر ارتفاعی که حلقه‌ی بالایی به تعادل می‌رسد (h) را تعیین کنید. (شتاب جاذبه را g و جرم حلقه‌ی بزرگتر را m بگیرید). فرض کنید حلقه‌ی کوچکتر روی زمین ثابت نگه داشته می‌شود از r_1^2 صرف‌نظر کنید. جریان دو حلقه را هم برابر I بگیرید.



۵. *جریانی به شدت I از سیمی به شعاع a می‌گذرد.

- (الف) چگالی جریان سطحی J با فرض توزیع یکنواخت جریان روی سطح چقدر است؟
 (ب) به خاطر میدان مغناطیسی حاصل از این جریان، چگالی باری در مقطع سیم ایجاد می‌شود. رابطه چگالی بار با فاصله از محور استوانه را بدست آورید. کل بار روی سطح استوانه بر واحد طول چقدر است؟ چگالی حامل‌های بار n و بار هر یک q است.
 (پ) هرگاه توزیع جریان به گونه‌ای باشد که چگالی جریان حجمی با عکس فاصله از محور متناسب باشد، J چقدر است؟

۶. یک کره‌ی صلب به شعاع R که مرکز آن در مبدا است به صورت یکنواخت باردار شده و با سرعت زاویه‌ای ثابت ω حول محور Z می‌چرخد.

- (الف) چگالی جریان J را در نقطه (r, θ, ϕ) در داخل کره حساب کنید.
 (ب) میدان مغناطیسی را در داخل و خارج از کره بدست آورید.

۷. نشان دهید که برای یک مجموعه‌ی بارها و جریان‌های مقید در یک حجم V داریم:

$$\int_V J d\tau = dP/dt$$

که در آن P دو قطبی مغناطیسی کل است.

۸.

- (الف) دو استوانه‌ی طویل به شعاع r در داخل هم فرو رفته‌اند. فاصله مراکز آنها از هم d است. استوانه‌ها چگالی حجمی جریان J و $-J$ دارا می‌باشند. میدان مغناطیسی را در قسمت مشترک بدست آورید.
 (ب) چگالی سطحی $k = k_0 \cos(\phi)$ روی استوانه‌ی ای به شعاع r جریان دارد. با استفاده از (الف) میدان مغناطیسی را در داخل استوانه بدست آورید.