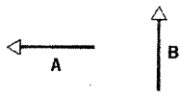
پرسشها:

۱. دو قطعه آهن دارای ظاهر همانند هستند. یکی از این دو قطعه آهنرباست و دیگری نیست. چگونه می‌توان آنها را از هم تمیز داد؟ مجاز نیستید که هیچ‌کدام از آنها را به‌عنوان عقربه قطب‌نما بیاویزید و یا هیچ وسیلهٔ دیگری به‌کار برید.

۵. نشان دهید که، به لحاظ کلاسیک، یک‌بار چرخان مثبت دارای یک گشتاور مغناطیسی اسپینی است که در همان جهت تکانهٔ زاویه‌ای اسپینی آن قرار می‌گیرد.

۱۰. با شروع از بردارهای $\mathbf{A}$ و $\mathbf{B}$ در مکانها و جهتهای نشان داده شده در شکل ۱۷، $\mathbf{A}$ ثابت است و $\mathbf{B}$ می‌تواند آزادانه بچرخد. در هریک از حالتهای زیر چه اتفاقی خواهد افتاد؟ (الف) $\mathbf{A}$ یک دوقطبی الکتریکی و $\mathbf{B}$ یک دوقطبی مغناطیسی است، (ب) $\mathbf{A}$ و $\mathbf{B}$ هر دو دوقطبی مغناطیسی‌اند و (ج) $\mathbf{A}$ و $\mathbf{B}$ هر دو دوقطبی الکتریکی‌اند. همین پرسشها را وقتی که $\mathbf{B}$ ثابت است و $\mathbf{A}$ می‌تواند آزادانه بچرخد پاسخ دهید.



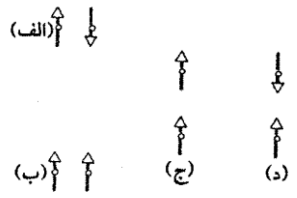
شکل ۱۷. پرسش ۱۰.

۱۶. بگویید چرا یک آهنربا یک جسم نامغناطیدهٔ آهنی مانند یک میخ را جذب می‌کند.

۲۷. پرتوهای کیهانی ذرات بارداری هستند که از برخی چشمه‌های خارجی به جوّ زمین برخورد می‌کنند. متوجه می‌شویم که پرتوهای کیهانی کم‌انرژی‌که به نزدیکی قطبهای مغناطیسی شمال و جنوب زمین می‌رسند بسیار بیشتر از ناحیه استوای (مغناطیسی) است. چرا چنین است؟

مسئله‌ها:

۳. شکل ۱۸ چهار ترتیب مختلف برای زوج عقربه‌های کوچک قطب‌نما را در فضایی نشان می‌دهد که در آنجا هیچ میدان مغناطیسی خارجی وجود ندارد. تعیین کنید که در هریک از این چهار مورد تعادل پایدار است یا ناپایدار. برای هر زوج فقط گشتاور نیرویی را درنظر بگیرید که بر یک عقربه به‌واسطهٔ میدان مغناطیسی عقربهٔ دیگر وارد می‌شود. دربارهٔ پاسخ خود توضیح دهید.



شکل ۱۸. مسئلهٔ ۳.

۹. بار الکتریکی q به‌طور یکنواخت روی یک حلقهٔ نازک به شعاع r توزیع شده است. این حلقه حول محوری که از مرکزش می‌گذرد و بر صفحه آن عمود است با سرعت زاویه‌ای ω می‌چرخد. (الف) نشان دهید که گشتاور مغناطیسی ناشی از این بار چرخان برابر است با

$$\mu = \frac{1}{2} q\omega r^2$$

(ب) نشان دهید که اگر تکانهٔ زاویه‌ای حلقه برابر با L باشد، داریم $\mu/L = q/2m$.

۱۰. فرض کنید که الکترون کرهٔ کوچکی به شعاع R است که بار و جرم آن به‌طور یکنواخت در سراسر حجم کره توزیع شده است. تکانهٔ زاویه‌ای "اسپینی" این الکترون برابر با L و گشتاور مغناطیسی آن μ است. نشان دهید که در این حالت داریم $e/m = 2\mu/L$. آیا این پیش‌بینی با تجربه سازگار است؟ (راهنمایی: الکترون کروی را باید به حلقه‌های جریان بسیار کوچک تقسیم کرد و برای گشتاور مغناطیسی آن با انتگرال‌گیری رابطه‌ای به‌دست آورد. این مدل برای الکترون مکانیستیتر از آن است که بتواند اساس مکانیک کوانتومی قرار گیرد.)