فصل ۲۷ - بار الکتریکی و قانون کولن:

پرسشها:

۱. دوکرهٔ فلزی در اختیار داریم که روی پایه‌های عایق قابل حمل نصب شده‌اند. روشی بیابید که بتوان بارهای مساوی و با علامت مخالف را روی آنها قرار داد. می‌توانید از میلهٔ شیشه‌ای که با ابریشم مالش داده‌شده استفاده کنید و میله نباید با کره‌ها تماس پیدا کند. برای اینکه روش پیشنهادی شما عملی بشود آیا ضرورت دارد که کره‌ها یک اندازه باشند؟

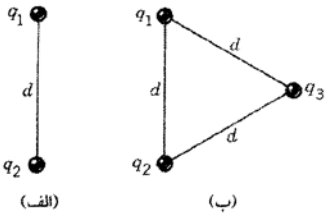
۲. در پرسش یک، روشی را پیشنهاد کنید که به کره‌ها بارهای الکتریکی مساوی و هم‌علامت بدهد. باز هم، برای اینکه روش پیشنهادی شما عملی بشود آیا ضرورت دارد که کره‌ها هم‌اندازه باشند؟

مسئله‌ها:

۱. یک‌بار نقطه‌ای $+۳٫۱۲ \times ۱۰^{-۶}\mathrm{C}$ در فاصلهٔ $۱۲٫۳\mathrm{cm}$ از بار نقطه‌ای دیگری به‌مقدار $-۱٫۴۸ \times ۱۰^{-۶}\mathrm{C}$ قرار گرفته است. مقدار نیروی وارد بر هرکدام از بارها را محاسبه کنید.

۳. در یک نمونه آذرخش (شکل ۹) جریانی به‌شدت $۲٫۵ \times ۱۰^{۴}\mathrm{A}$ در مدتی در مدت $۲۰\mu\mathrm{s}$ جریان می‌یابد. در این رویداد چقدر بار جابه‌جا می‌شود؟

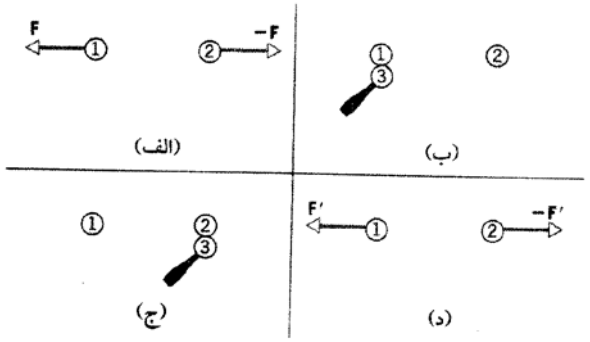
۵. شکل ۱۰ الف دو ذرهٔ باردار $q_۱$ و $q_۲$ را که در فاصلهٔ d از یکدیگر قرارگرفته‌اند نشان می‌دهد. (الف) شدت نیروی الکتریکی وارد بر ذرهٔ $q_۱$ را معین کنید. فرض کنید که $q_۱ = q_۲ = ۲۱٫۳\mu\mathrm{C}$ و فاصلهٔ $d = ۱٫۵۲\mathrm{m}$ است. (ب) بار سوم $q_۳ = ۲۱٫۳\mu\mathrm{C}$ را به این



شکل ۱۰. مسئلهٔ ۵.

محدوده وارد کرده و در موقعیت نشان داده‌شده در شکل ۱۰ب قرار می‌دهیم. حالا شدت نیروی الکتریکی وارد بر $q_۱$ را معین کنید.

۶. دوکرهٔ رسانای یکسان ① و ② حامل بارهای الکتریکی مساوی هستند و در فاصله‌ای که در مقایسه با قطر آنها بسیار بزرگ است تثبیت شده‌اند. این بارها یکدیگر را با نیروی الکتریکی $۸۸\mathrm{mN}$ دفع می‌کنند. اکنون فرض کنید که کرهٔ مشابه ۳ با یک دستهٔ عایق که در آغاز هیچ بار الکتریکی ندارد را، ابتدا با کره ۱ و سپس با کرهٔ ۲ تماس پیدا می‌کند و سرانجام آن را از محدودهٔ بارها دور می‌کنیم. اکنون نیروی الکتریکی بین کره‌های ۱ و ۲ را پیدا کنید. نگاه کنید به شکل ۱۱.



شکل ۱۱. مسئلهٔ ۶.

۷. سه ذرهٔ باردار مطابق شکل ۱۲ روی یک خط مستقیم و به فاصلهٔ d از یکدیگر قرار گرفته‌اند. بارهای $q_۱$ و $q_۲$ ثابت نگه‌داشته شده‌اند. در می‌یابیم، بار $q_۲$ که امکان حرکت دارد، تحت تأثیر نیروهای الکتریکی در حال تعادل است. $q_۱$ را برحسب $q_۲$ به‌دست آورید.

شکل ۱۲. مسئلهٔ ۷.

۹. دو بار مثبت مساوی، هریک به‌اندازهٔ $۴٫۱۸\mu\mathrm{C}$ و یک‌بار منفی، $-۶٫۳۶\mathrm{C}$ را در سه رأس یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع $۱۳٫۰\mathrm{cm}$ قرار داده‌ایم. نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی را تعیین کنید.

۱۱. دوکرهٔ رسانای یکسان، که بارهای با علامت مخالف دارند، وقتی در فاصلهٔ $۵۰٫۰\mathrm{cm}$ از هم قرار بگیرند با نیرویی برابر $۱۰۸٫۰\mathrm{N}$ یکدیگر را جذب می‌کنند. ناگهان دو کره را با یک سیم رسانای نازک به‌هم متصل می‌کنیم، و سپس آن‌را از کره‌ها جدا می‌کنیم، پس از این حادثه کره‌ها یکدیگر را با نیرویی برابر با $۳۶۰٫۰\mathrm{N}$ دفع می‌کنند. بار اولیه روی هرکدام از دو کره چقدر بوده است؟

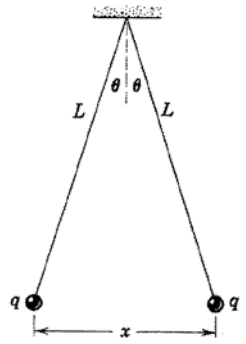
۱۲. دو بار ثابت $+۱٫۰۷\mu\mathrm{C}$ و $-۳٫۲۸\mu\mathrm{C}$ در فاصلهٔ $۶۱٫۸\mathrm{cm}$ از یکدیگر قرار گرفته‌اند. یک‌بار سوم را کجا قرار دهیم که هیچ نیروی برایندی بر آن وارد نشود؟

۱۳. دو بار نقطه‌ای آزاد $+q$ و $+۴q$ در فاصلهٔ L از یکدیگر قرار گرفته‌اند. بار سومی را طوری قرار می‌دهیم که کل مجموعه در حال تعادل قرار می‌گیرد. (الف) علامت، مقدار و محل این بار سوم را معین کنید. (ب) نشان دهید که این تعادل یک تعادل ناپایدار است.

۱۶. دو گوی مشابه بسیار کوچک هرکدام به جرم m از دو رشته نخ ابریشمی به‌طول L آویخته شده‌اند و هریک حامل باریکسان q هستند (شکل ۱۴). فرض کنید که زاویهٔ θ آن‌قدر کوچک است که می‌توانیم $\tan\theta$ را با تقریب $\sin\theta$ جایگزین کنیم. (الف) نشان دهید که در این حد تقریب، در حالت تعادل داریم

$$x = \left(\frac{q^۲L}{۲\pi\epsilon_۰ mg}\right)^{۱/۳}$$

که در آن x فاصلهٔ بین دو گوی است. (ب) اگر $L = ۱۲۲\text{cm}$، $m = ۱۱٫۲\text{g}$ و $x = ۴٫۷۰\text{cm}$ باشد، مقدار q چقدر است؟



شکل ۱۴. مسئله‌های ۱۶، ۱۷ و ۱۸.

۲۰. سه گوی کوچک، هریک به‌جرم $۱۳٫۳\text{g}$، به‌وسیلهٔ سه رشته نخ ابریشمی، به‌طول $۱٫۱۷\text{m}$ به‌طور جداگانه از نقطهٔ مشترکی آویخته شده‌اند. گویها دارای بار مساوی هستند و در سه رأس مثلث متساوی‌الاضلاعی به ضلع $۱۵٫۳\text{cm}$ قرار گرفته‌اند. بار هریک از گویها را معین کنید.

۲۶. نیروی الکتروستاتیکی بین دو یون یکسان که در فاصلهٔ $۵ \times ۱۰^{-۱۰}\text{m}$ از هم قرارگرفته‌اند برابر $۳٫۷ \times ۱۰^{-۹}\text{N}$ است. (الف) بار هر یون را تعیین کنید. (ب) هر یون چند الکترون از دست داده است؟

۲۸. (الف) چند الکترون را باید از یک سکه خارج کنیم تا بار باقی‌مانده در آن $+۱٫۱۵ \times ۱۰^{-۷}\text{C}$ شود. (ب) این مقدار چه کسری از کل الکترونها موجود در سکه را تشکیل می‌دهد؟ مثال ۲ را ببینید.