

قانون کولن **قانون کولن، نیروی الکتروستاتیکی میان بارهای الکتریکی کوچک (نقطه‌ای) q_1 و q_2 را که به حالت سکون (یا تقریباً ساکن) و به فاصله r از هم قرار گرفته‌اند، توصیف می‌کند**

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \quad (\text{قانون کولن}) \quad (4-17)$$

که در اینجا $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$ ثابت گذردمی، و $1/4\pi\epsilon_0 = k = 8.99 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ است.

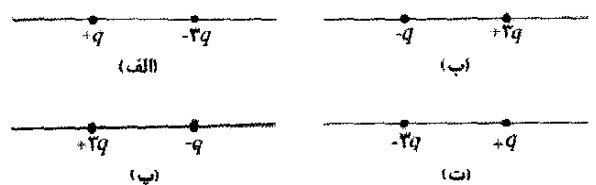
نیروی جاذبه یا دافعه میان بارهای نقطه‌ای در حال سکون، در امتداد خط واصل دو بار اثر می‌کند. اگر پیش از دو بار وجود داشته باشد، معادله ۴-۱۷ برای هر جفت بار برقرار است. آنگاه نیروی خالص وارد بر هر بار، با استفاده از اصل بر هم نهی به دست می‌آید که جمع برداری نیروهای وارد بر آن بار توسط نیروهای دیگر است.

دو قضیه پسته الکتروستاتیک عبارت‌اند از پوسته‌ای با بار یکنواخت، ذره‌ای باردار را که در خارج پوسته قرار دارد به گونه‌ای جذب یا دفع می‌کند که گویی بار پسته در مرکز آن متمرکز شده است. اگر ذره بارداری در داخل پوسته‌ای با بار یکنواخت قرار داشته باشد، هیچ نیروی الکتروستاتیکی خالصی از پوسته به ذره وارد نمی‌شود.

بار بنیادی بار الکتریکی **کوآتیده** است: هر باری را می‌توان به صورت ne نوشت، که در آن n یک ثابت مثبت یا منفی و e یک ثابت طبیعت به نام **بار بنیادی** ($e \approx 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$) است. بار الکتریکی پایسته است: بار خالص هر دستگاه منزوی نمی‌تواند تغییر کند.

پرسشها

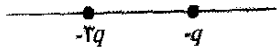
۱- شکل ۱۳-۱۷ چهار وضعیت را نشان می‌دهد که در آنها ذره‌های باردار در مکانهایی روی یک محور ثابت شده‌اند. در کدام وضعیتها نقطه‌ای در سمت چپ ذره‌ها وجود دارد که در آنجا الکترون در حال تعادل خواهد بود؟



شکل ۱۳-۱۷ پرسش ۱

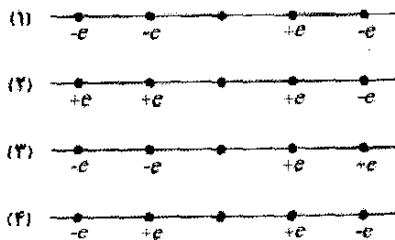
۲- شکل ۱۴-۱۷ دو ذره باردار را روی محوری نشان می‌دهد. بارها می‌توانند آزادانه حرکت کنند. ذره باردار سوم می‌تواند در

نقطه‌ای معین قرار گیرد به گونه‌ای که از آن پس، هر سه ذره در تعادل باشند. (الف) آیا این نقطه در سمت چپ دو ذره اول است یا سمت راست یا میان آنها؟ (ب) آیا بار ذره سوم باید مثبت باشد یا منفی؟ (پ) آیا تعادل پایدار است یا ناپایدار؟



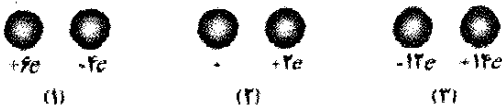
شکل ۱۴-۱۷ پرسش ۲

۳- شکل ۱۵-۱۷ چهار وضعیت را نشان می‌دهد که در آنها پنج ذره باردار در فاصله‌های یکسانی در امتداد محوری قرار گرفته‌اند. مقدارهای بار بجز برای بار مرکزی در شکل نشان داده شده‌اند، که در هر چهار وضعیت بزرگی آنها یکسان است. وضعیتها را بنابر بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر بار مرکزی از بزرگ به کوچک مرتب کنید.



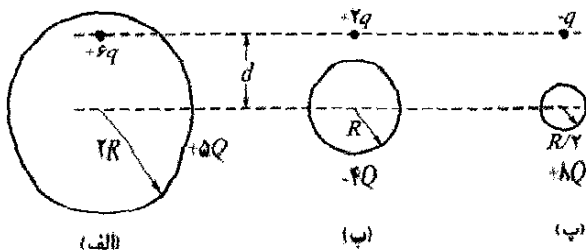
شکل ۱۵-۱۷ پرسش ۳

۴- شکل ۱۶-۱۷ سه جفت کره یکسان را نشان می‌دهد که می‌خواهیم آنها را به هم تماس دهیم و سپس از هم جدا کنیم. بارهای اولیه آنها در شکل مشخص شده‌اند. جفتها را بنا بر (الف) بزرگی بار منتقل شده در حین تماس و (ب) بار به جای مانده روی کره باردار مثبت، از بزرگ به کوچک مرتب کنید.



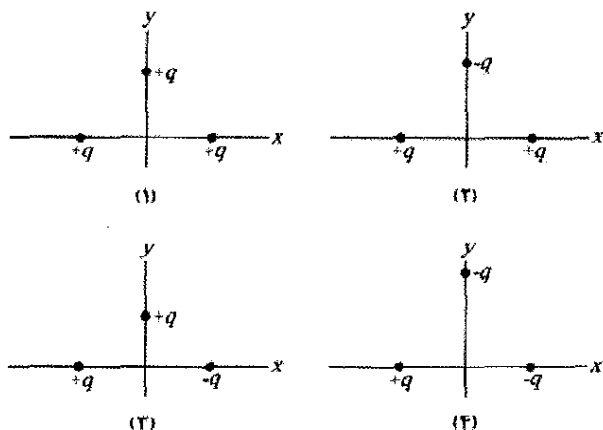
شکل ۱۶-۱۷ پرسش ۴

۵- شکل ۱۷-۱۷ سه وضعیت را که شامل یک ذره باردار و یک پوسته کروی باردار یکنواخت است نشان می‌دهد. بارها داده شده‌اند، و شعاعها روی شکل مشخص‌اند. وضعیتها را بنا بر بزرگی نیروی وارد بر هر ذره ناشی از حضور پوسته، از بزرگ به کوچک مرتب کنید.



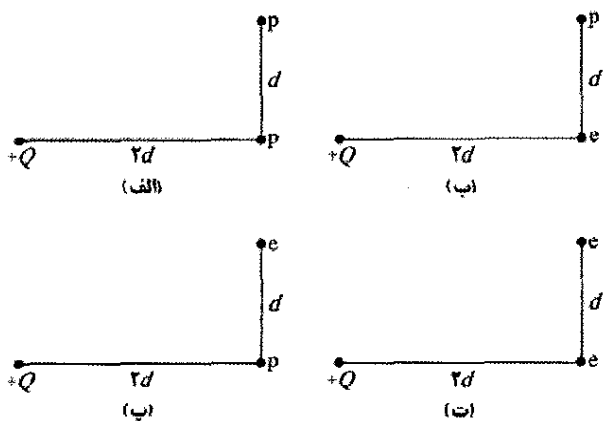
شکل ۱۷-۱۷ پرسش ۵

الکتروستاتیکی از سوی دو ذره دیگر وارد می‌شود. (الف) آیا بزرگیهای F این نیروها یکسان هستند یا متفاوت؟ (ب) آیا بزرگی نیروی خالص وارد بر ذره میانی برابر با $2F$ است یا بزرگتر یا کوچکتر از آن است؟ (پ) آیا مؤلفه‌های x دو نیرو با هم جمع می‌شوند یا یکدیگر را از بین می‌برند؟ (ت) آیا مؤلفه‌های y آنها با هم جمع می‌شوند یا یکدیگر را از بین می‌برند؟ (ث) آیا جهت نیروی خالص وارد بر ذره میانی ناشی از مؤلفه‌هایی است که از بین می‌روند یا مؤلفه‌هایی که جمع می‌شوند؟ (ج) جهت این نیروی خالص چیست؟ اکنون بقیه وضعیتهای را در نظر بگیرید: جهت نیروی خالص وارد بر ذره میانی در (چ) وضعیت ۲، (ح) وضعیت ۳، و (خ) وضعیت ۴ چیست؟ (در هر وضعیت، تقارن توزیع بار را در نظر بگیرید و مؤلفه‌هایی را که از بین می‌روند یا جمع می‌شوند مشخص کنید).



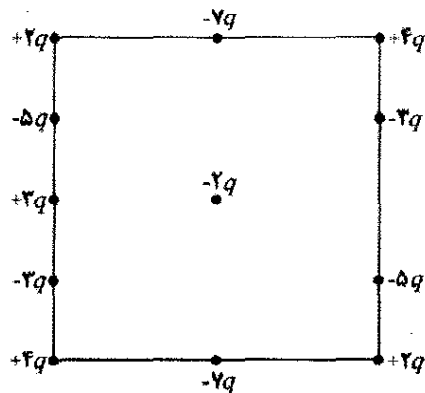
شکل ۱۷-۲۰ پرسش ۹

۱۰- شکل ۱۷-۲۱ چهار آرایش از ذره‌های باردار را نشان می‌دهد. این آرایشها را بنا بر بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره با بار $+Q$ از بزرگ به کوچک مرتب کنید.



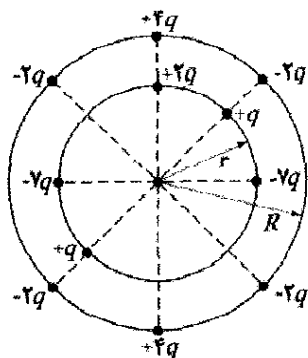
شکل ۱۷-۲۱ پرسش ۱۰

۶- در شکل ۱۷-۱۸، یک ذره مرکزی با بار $-2q$ با آرایه‌ای مربعی از ذره‌های باردار که به فاصله‌های d یا $d/2$ روی پیرامون مربعی قرار گرفته‌اند، احاطه شده است. بزرگی و جهت نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره مرکزی از طرف سایر ذره‌ها چقدر است؟ (راهنمایی: در اینجا می‌توان با در نظر گرفتن تقارن به میزان زیادی محاسبه‌ها را کاهش داد).



شکل ۱۷-۱۸ پرسش ۶

۷- در شکل ۱۷-۱۹، یک ذره مرکزی با بار $-q$ توسط دو حلقه دایره‌ای از ذره‌های باردار احاطه شده است. بزرگی و جهت نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره مرکزی از طرف سایر ذره‌ها چقدر است؟ (راهنمایی: در اینجا می‌توان با در نظر گرفتن تقارن به میزان زیادی محاسبه‌ها را کاهش داد).



شکل ۱۷-۱۹ پرسش ۷

۸- یک گوی باردار مثبت به نزدیکی یک رسانای منزوی که از لحاظ الکتریکی خنثی است، آورده می‌شود. آنگاه رسانا در حالی که گوی نزدیک به آن نگه داشته شده است، به زمین متصل می‌شود. آیا رسانا در صورتی که (الف) گوی در ابتدا دور برده شده و سپس اتصال به زمین برداشته شود و (ب) در ابتدا اتصال به زمین برداشته شده و سپس دور برده شود، بار مثبت پیدا می‌کند یا منفی یا خنثی می‌شود؟

۹- شکل ۱۷-۲۰ چهار وضعیت را نشان می‌دهد که در آنها ذره‌های باردار $+q$ یا $-q$ در جایی ثابت شده‌اند. در هر وضعیت، ذره‌های روی محور x فاصله یکسانی از محور y دارند. نخست، ذره میانی در وضعیت ۱ را در نظر بگیرید: به ذره میانی، نیرویی

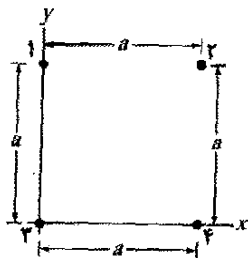
مسئله‌ها

۵۰- از بار Q که در ابتدا روی کره کرچکی است، یک جزء ۴ به کره دیگری که در نزدیکی آن واقع است منتقل می‌شود. هر دو کره را می‌توان به صورت ذره در نظر گرفت. نیروی الکتروستاتیکی میان دو کره به ازای چه مقداری از q/Q بیشینه است؟ SSM ILW

۶۰- در ضربه برگشتی حاصل از تخلیه یک آذرخش نوعی، جریان $A = 2.5 \times 10^{-4}$ به مدت $20 \mu s$ به وجود می‌آید. در این رویداد چقدر بار منتقل می‌شود؟

۷۰۰- دو کره رسانای مشابه، که در جایی ثابت شده‌اند، هنگامی که فاصله جدایی مرکز به مرکز آنها برابر 50.0 cm است، با نیروی الکتروستاتیکی 0.108 N یکدیگر را می‌ریزند. سپس کره‌ها توسط سیم رسانای نازکی به هم متصل می‌شوند. وقتی که سیم برداشته شود، کره‌ها یکدیگر را با نیروی الکتروستاتیکی 0.0360 N می‌رانند. از بارهای اولیه روی کره‌ها، که مجموع آنها مقدار مثبتی است، (الف) چه مقدار بار منفی روی یکی از آنها و (ب) چه مقدار بار مثبت روی دیگری قرار داشته است؟ SSM WWW

۸۰۰- در شکل ۱۷-۲۳، چهار ذره مربعی را تشکیل داده‌اند. بارها عبارت‌اند از $q_1 = q_2 = Q$ و $q_3 = q_4 = q$. (الف) اگر نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره‌های ۱ و ۳ برابر صفر باشد، نسبت Q/q چقدر است؟ (ب) آیا هیچ مقداری از q وجود دارد که نیروی الکتروستاتیکی وارد بر هر چهار ذره را برابر صفر کند؟ توضیح دهید. GO



شکل ۱۷-۲۳ مسئله‌های ۸، ۹ و ۶۲.

۹۰۰- در شکل ۱۷-۲۳، بارها عبارت‌اند از $q_1 = -q_2 = 100 \text{ nC}$ و $q_3 = -q_4 = 200 \text{ nC}$ و فاصله بارها $a = 5.0 \text{ cm}$ است. مؤلفه‌های (الف) x و (ب) نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ۳ چقدر است؟ ILW

۱۰۰۰- سه ذره روی یک خط ثابت شده‌اند. ذره ۱ با بار q_1 در $x = -a$ و ذره ۲ با بار q_2 در $x = +a$ قرار دارند. نسبت q_1/q_2 باید چقدر باشد تا در هنگامی که ذره ۳ با بار Q در (الف) $x = +0.500a$ و (ب) $x = +1/50a$ قرار دارد، نیروی الکتروستاتیکی وارد بر آن برابر با صفر باشد؟

۱۱۰۰- در شکل ۱۷-۲۴ سه ذره باردار روی محور x قرار دارند. ذره‌های ۱ و ۲ در مکان خود ثابت‌اند. ذره ۳ می‌تواند حرکت کند، ولی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر آن از

مسئله‌های آموزشی قابل دسترس (در نسخه مدرس)

SSM: پاسخ قابل دسترس در کتاب حل مسئله‌ها

WWW: پاسخ در <http://www.wiley.com/college/halliday> داده شده است.

ILW: پاسخ یادگیری تعاملی در

<http://www.wiley.com/college/halliday> داده شده است.

••••• تعداد نقطه‌ها درجه دشواری بودن سطح مسئله را نشان می‌دهد.

اطلاعات اضافی در سیرک پرنده فیزیک و در [flyingcircusofphysics.com](http://www.flyingcircusofphysics.com) قابل دسترس است.

بخش ۱۷-۲ قانون کولن

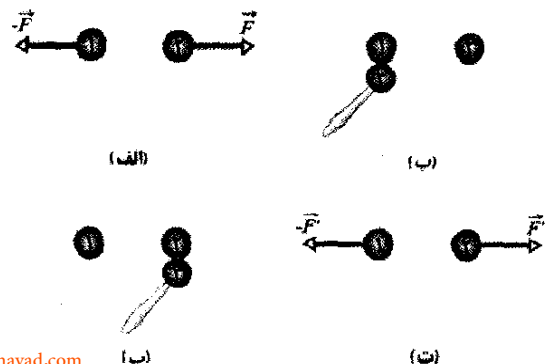
۱۰- برای آنکه بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان دو بار نقطه‌ای $q_1 = 26.0 \mu C$ و $q_2 = -47.0 \mu C$ برابر با 5.70 N باشد،

فاصله بین آنها باید چقدر باشد؟ SSM

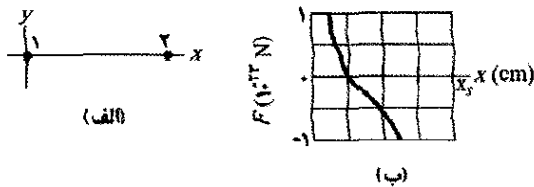
۲۰- دو ذره با بار یکسان در فاصله $3.2 \times 10^{-2} \text{ m}$ از یکدیگر نگه داشته شده و سپس از حال سکون رها می‌شوند. مشاهده می‌شود که شتاب اولیه ذره اول 7.0 m/s^2 و شتاب اولیه ذره دوم 9.0 m/s^2 است. اگر جرم ذره اول $6.3 \times 10^{-7} \text{ kg}$ باشد، (الف) جرم ذره دوم و (ب) بزرگی بار هر ذره چقدر است؟ ILW

۳۰- ذره‌ای با بار $3.00 \times 10^{-6} \text{ C}$ در فاصله 12.0 cm از ذره دیگری با بار $-1.50 \times 10^{-6} \text{ C}$ قرار دارد. بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان دو ذره را محاسبه کنید.

۴۰- کره‌های رسانای منزوی مشابه ۱ و ۲ بارهای یکسانی دارند و در فاصله‌ای از هم قرار گرفته‌اند که در مقایسه با قطر آنها زیاد است، (شکل ۱۷-۲۲ الف). نیروی الکتروستاتیکی که از سوی کره ۱ بر کره ۲ وارد می‌شود $\vec{F}$ است. حال فرض کنید که کره مشابه سوم ۳، که دارای دستگیره‌ای عایق و در ابتدا خنثی است، نخست با کره ۱ (شکل ۱۷-۲۲ ب)، سپس با کره ۲ (شکل ۱۷-۲۲ پ) تماس پیدا کند، و سرانجام برداشته شود (شکل ۱۷-۲۲ ت). بزرگی نیروی الکتروستاتیکی F' که اینک بر کره ۲ وارد می‌شود چقدر است؟ نسبت F'/F چیست؟

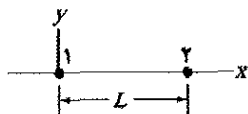


شکل ۱۷-۲۲ مسئله ۴



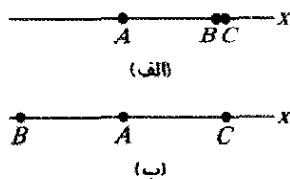
شکل ۱۷-۲۷ مسئله ۱۴

۱۵۰۰- در شکل ۱۷-۲۸، ذره ۱ با بار $+1.0 \mu C$ و ذره ۲ با بار $-3.0 \mu C$ به فاصله $L = 10.0 \text{ cm}$ روی محور x ثابت شده‌اند. اگر ذره ۳ با بار نامعلوم q_3 به گونه‌ای قرار داده شود که نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر آن از طرف ذره‌های ۱ و ۲ صفر باشد، مختصه (الف) x و (ب) y ذره ۳ باید چقدر باشد؟



شکل ۱۷-۲۸ مسئله‌های ۱۵، ۱۹، ۳۲، ۶۲ و ۶۹

۱۶۰۰- در شکل ۱۷-۲۹ الف، سه ذره باردار مثبت روی محور x ثابت شده‌اند. ذره‌های B و C به حدى به یکدیگر نزدیک‌اند که می‌توانیم فاصله آنها از ذره A را یکی بگیریم. نیروی خالص وارد بر ذره A از طرف ذره‌های B و C برابر با $2.014 \times 10^{-22} \text{ N}$ و در جهت منفی محور x است. در شکل ۱۷-۲۹ ب، ذره B در طرف مخالف نسبت به A جابه‌جا شده است ولی هنوز در همان فاصله از A است. اکنون نیروی خالص وارد بر A برابر با $2.877 \times 10^{-22} \text{ N}$ و در جهت منفی محور x است. نسبت q_C/q_B چقدر است؟

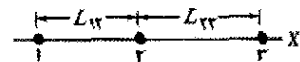


شکل ۱۷-۲۹ مسئله ۱۶

۱۷۰۰- بارها و مختصات دو ذره باردار که در صفحه xy ثابت شده‌اند عبارت‌اند از $q_1 = +3.0 \mu C$ ، $x_1 = 3/5 \text{ cm}$ ، $q_2 = -4.0 \mu C$ ، $x_2 = -2/5 \text{ cm}$ ، $y_1 = 0/5 \text{ cm}$ ، $y_2 = 1/5 \text{ cm}$ (الف) بزرگی و (ب) جهت نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره ۲ از طرف ذره ۱ را بیابید. در چه مختصه (پ) x و (ت) y ذره سوم با بار $q_3 = +4.0 \mu C$ باید قرار گیرد تا نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ۳ از طرف ذره‌های ۱ و ۲ صفر شود؟

۱۸۰۰- دو ذره روی محور x ثابت شده‌اند. ذره ۱ با بار $4.0 \mu C$ در $x = -2/5 \text{ cm}$ ، و ذره ۲ با بار Q در $x = 3/5 \text{ cm}$ واقع‌اند. ذره ۳ که بزرگی بار آن $2.0 \mu C$ است از حالت سکون روی محور y در $y = 2/5 \text{ cm}$ رها می‌شود. اگر شتاب اولیه ذره ۳ در جهت مثبت (الف) محور x و (ب) محور y باشد، مقدار Q

طرف ذره‌های ۱ و ۲ در جایی برابر صفر است. اگر $L_{12} = L_{23}$ باشد؛ نسبت q_1/q_2 چقدر است؟



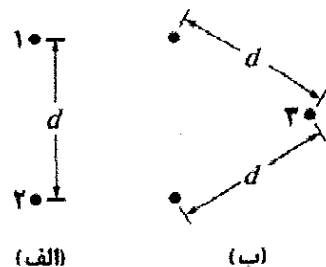
شکل ۱۷-۲۴ مسئله‌های ۱۱ و ۵۶

۱۲۰۰- شکل ۱۷-۲۵ چهار کره رسانای مشابه را نشان می‌دهد که در فاصله‌ای از یکدیگر قرار گرفته‌اند. کره W (با بار اولیه صفر) با کره A تماس داده شده و سپس از آن جدا می‌شود. پس از آن، کره W با کره B (با بار اولیه $-32e$) تماس داده شده و سپس از آن جدا می‌شود. سرانجام، کره W با کره C (با بار اولیه $+48e$) تماس داده شده و از آن جدا می‌شود. بار نهایی روی کره W برابر $+18e$ است. بار اولیه روی کره A چقدر بوده است؟



شکل ۱۷-۲۵ مسئله ۱۲

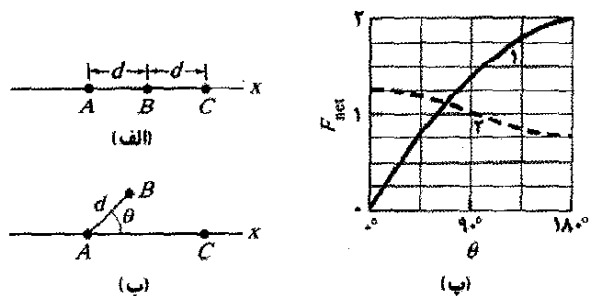
۱۳۰۰- در شکل ۱۷-۲۶ الف، ذره‌های ۱ و ۲ هر کدام بار $2.0 \mu C$ دارند و در فاصله $d = 1/50 \text{ m}$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. (الف) بزرگی نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره ۱ ناشی از ذره ۲ چقدر است؟ در شکل ۱۷-۲۶ ب، ذره ۳ با بار $2.0 \mu C$ به گونه‌ای قرار گرفته است که یک مثلث با ضلعهای مساوی ایجاد می‌شود. (ب) بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ۱ ناشی از ذره‌های ۲ و ۳ چقدر است؟



شکل ۱۷-۲۶ مسئله ۱۳

۱۴۰۰- در شکل ۱۷-۲۷ الف، ذره ۱ (با بار q_1) و ذره ۲ (با بار q_2) در مکانی روی محور x ثابت شده‌اند و از یکدیگر 8.0 cm فاصله دارند. می‌خواهیم ذره ۳ (با بار $q_3 = +8.0 \times 10^{-19} \text{ C}$) به گونه‌ای روی خط میان ذره‌های ۱ و ۲ قرار گیرد که آنها نیروی الکتروستاتیکی خالص $\vec{F}_{\text{net}}$ را بر آن وارد کنند. شکل ۱۷-۲۷ ب، مؤلفه x این نیرو را برحسب مختصه x مکانی که ذره ۳ در آن واقع شده است، نشان می‌دهد. مقیاس محور x با $x_s = 8.0 \text{ cm}$ مشخص شده است. (الف) علامت بار q_1 و (ب) نسبت q_2/q_1 چیست؟

۱۹۰۰- در شکل ۱۷-۲۸، ذره ۱ با بار $+q$ و ذره ۲ با بار $+4/500g$ در فاصله $L = 9/50\text{ cm}$ روی محور x ثابت شده‌اند. اگر ذره ۳ با بار q_3 به گونه‌ای قرار گیرد که سه ذره به هنگام رها شدن، در جای خود باقی بمانند (الف) مختصه x و (ب) مختصه y ذره ۳ و (پ) نسبت q_3/q باید چقدر باشد؟ SSM WWW



شکل ۱۷-۳۲ مسئله ۲۲

۲۳۰۰۰- یک پوسته کروی نارسانا، با شعاع درونی $4/50\text{ cm}$ و شعاع بیرونی $6/50\text{ cm}$ دارای باری است که به طور یکنواخت در حجم بین سطحهای درونی و بیرونی آن توزیع شده است. چگالی بار حجمی ρ یعنی، بار در واحد حجم دارای یکای کولن بر متر مکعب است. برای این پوسته $\rho = b/r$ ، که در آن b فاصله برحسب متر از مرکز پوسته و $b = 3/50\text{ } \mu\text{C/m}^2$ است. بار خالص موجود در پوسته چقدر است؟

بخش ۱۷-۵ بار کوانتیده است

۲۴۰- اگر فاصله یونهای سدیم یک بار یونیده (Na^+ ، با بار $+e$) و کلر یک بار یونیده (Cl^- ، با بار $-e$) در بلور نمک خوراکی $2/82 \times 10^{-10}\text{ m}$ باشد، بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان این دو یون چقدر است؟

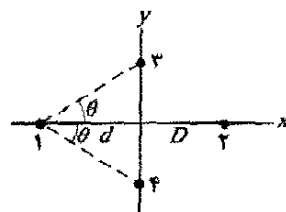
۲۵۰- بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان دو نوع یون مشابه که به فاصله $5/0 \times 10^{-10}\text{ m}$ از هم قرار گرفته‌اند برابر با $3/7 \times 10^{-9}\text{ N}$ است. (الف) بار هر یون چقدر است؟ (ب) هر یون چند الکترون "از دست داده" است؟ (بنابراین، بار این یون نامتوازن است). SSM

۲۶۰- عبور جریان $0/300\text{ A}$ از قفسه سینه می‌تواند باعث لرزش عضله قلب، بر هم زدن ضرب آهنگ عادی ضربان قلب و اختلال در جریان خون (و در نتیجه اکسیژن) به مغز شود. اگر این جریان به مدت $2/00\text{ min}$ تداوم یابد، چند الکترون رسانشی از قفسه سینه عبور خواهد کرد؟

۲۷۰- چند الکترون باید از یک سکه برداشته شود تا بار باقیمانده آن $1/0 \times 10^{-9}\text{ C}$ شود؟ ILW

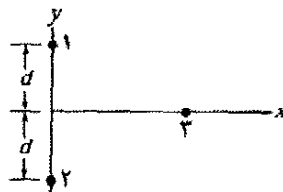
۲۸۰- فاصله مرکز به مرکز دو قطره آب کروی کوچک با بار یکسان $1/00 \times 10^{-16}\text{ C}$ ، برابر با $1/00\text{ cm}$ است، (الف) بزرگی نیروی الکتروستاتیکی که بین آنها عمل می‌کند چقدر است؟ (ب) چند الکترون اضافی در هر قطره موجب نامتوازنی

۲۰۰۰۰- شکل ۱۷-۳۰ آرایشی از چهار ذره باردار را، با زاویه $\theta = 30/50^\circ$ و فاصله $d = 2/00\text{ cm}$ نشان می‌دهد. بار ذره ۲ برابر با $q_2 = +8/50 \times 10^{-19}\text{ C}$ ، و بار ذره‌های ۳ و ۴ برابر با $q_3 = q_4 = -1/60 \times 10^{-19}\text{ C}$ است. (الف) اگر نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره ۱ از طرف ذره‌های دیگر برابر صفر باشد، فاصله D میان مبدأ و ذره ۲ چقدر است؟ (ب) اگر ذره‌های ۳ و ۴ به محور x نزدیکتر شوند ولی تقارن آنها نسبت به این محور حفظ شود، آیا مقدار مورد نظر D بزرگتر از قسمت (الف) است یا کوچکتر یا مساوی با آن است؟



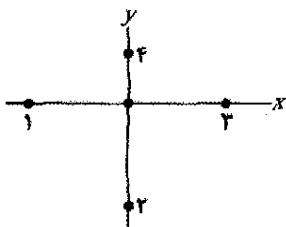
شکل ۱۷-۳۰ مسئله ۲۰

۲۱۰۰۰- در شکل ۱۷-۳۱، ذره‌های ۱ و ۲ با بار $q_1 = q_2 = +3/20 \times 10^{-19}\text{ C}$ روی محور y به فاصله $d = 17/50\text{ cm}$ از مبدأ واقع‌اند. ذره ۳ با بار $q_3 = +6/40 \times 10^{-19}\text{ C}$ از $x = 0$ تا $x = +5/50\text{ cm}$ بتدریج حرکت می‌کند. به ازای چه مقدارهایی از x بزرگی نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره سوم از طرف دو ذره دیگر (الف) کمینه و (ب) بیشینه است؟ این بزرگی‌های (پ) کمینه و (ت) بیشینه چقدرند؟



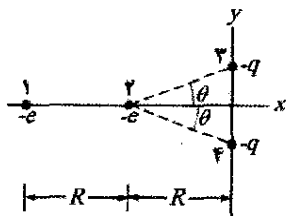
شکل ۱۷-۳۱ مسئله ۲۱

۲۲۰۰۰- شکل ۱۷-۳۲ الف آرایشی از سه ذره باردار به فاصله d را نشان می‌دهد. ذره‌های A و C روی محور x ثابت شده‌اند، ولی ذره B می‌تواند روی دایره‌ای به مرکز ذره A حرکت کند. در حین این حرکت، خط شعاعی میان A و B با جهت مثبت محور x زاویه θ می‌سازد (شکل ۱۷-۳۲ ب). منحنیها در شکل ۱۷-۳۲ پ، برای دو وضعیت، بزرگی F_{net} نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره A از طرف ذره‌های دیگر را نشان می‌دهند. این نیروی خالص برحسب تابعی از زاویه θ



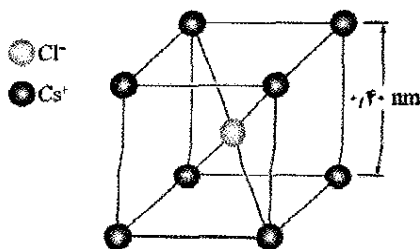
شکل ۱۷-۳۴ مسئله ۳۳

●●●۳۴- شکل ۱۷-۳۵، الکترونها ۱ و ۲ را روی محور x و یونهای باردار ۳ و ۴ را با بار یکسان $-q$ و در زاویه‌های یکسان θ نشان می‌دهد. الکترون ۲ می‌تواند آزادانه حرکت کند؛ سه ذره دیگر در مکان خود به فاصله‌های افقی R از الکترون ۲ ثابت شده‌اند و می‌خواهند الکترون ۲ را در مکان خود ثابت نگه دارند. برای مقدارهای از لحاظ فیزیکی ممکن $q \leq 5e$ ، (الف) کوچکترین، (ب) دومین کوچکترین، و (پ) سومین کوچکترین مقدارهای θ برای آنکه الکترون ۲ در مکان خود ثابت بماند چقدر است؟



شکل ۱۷-۳۵ مسئله ۳۴

●●●۳۵- در بلورهای نمک سزیم کلراید، یونهای سزیم Cs^+ ، هشت گوشه یک مکعب را می‌سازند و یون کلر Cl^- در مرکز آن مکعب قرار دارد (شکل ۱۷-۳۶). طول ضلع مکعب 0.40 nm است. یونهای Cs^+ هر یک کمبود یک الکترون دارند (و بنابراین، بار هر کدام $+e$ است)، و یون Cl^- یک الکترون اضافی دارد (و بنابراین، بار آن $-e$ است). (الف) بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر یون Cl^- ناشی از ۸ یون Cs^+ که در گوشه‌های مکعب قرار دارند، چقدر است؟ (ب) اگر یکی از یونهای Cs^+ در جای خود نباشد، گفته می‌شود که بلور دارای نقص (ناراستی) است؛ بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر Cl^- از طرف هفت یون Cs^+ به جای مانده چقدر است؟ SSM



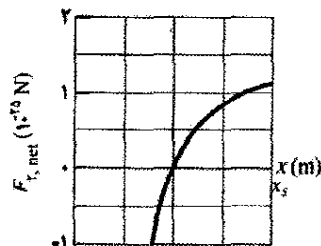
شکل ۱۷-۳۶ مسئله ۳۵

●●۲۹- جو زمین به طور دائم با پروتونهای پرتوکیهانی که برآمده از جایی در فضا هستند بمباران می‌شود. اگر همه پروتونها از جو بگذرند، به هر متر مربع از سطح زمین به طور متوسط ۱۵۰۰ پروتون در ثانیه برخورد می‌کند. جریان الکتریکی که با کل سطح زمین برخورد می‌کند چقدر است؟ ILW

●●۳۰- شکل ۱۷-۳۳ الف ذره‌های باردار ۱ و ۲ را که در مکانی روی محور x ثابت شده‌اند نشان می‌دهد. ذره ۱ دارای باری به بزرگی $|q_1| = 8.00 \text{ e}$ است. ذره ۳ با بار $q_3 = +8.00 \text{ e}$ در ابتدا روی محور x در نزدیکی ذره ۲ واقع است. حال ذره ۳ را بتدریج در سوی مثبت محور x حرکت می‌دهیم. در نتیجه، بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص F_{net} وارد بر ذره ۲ از طرف ذره‌های ۱ و ۳ تغییر می‌کند. شکل ۱۷-۳۳ ب مؤلفه x نیروی خالص را برحسب تابعی از مکان x ذره ۳ نشان می‌دهد. مقیاس محور x با $x_s = 0.80 \text{ m}$ مشخص شده است. نمودار وقتی $x \rightarrow \infty$ دارای یک مجانب $F_{\text{net}} = 1/5 \times 10^{-25} \text{ N}$ است. بزرگی بار ذره ۲ برحسب مضربی از e ، و علامت آن چیست؟



(الف)



(ب)

شکل ۱۷-۳۳ مسئله ۳۰

●●۳۱- تعداد کولن‌های بار مثبت در 250 cm^3 آب (خنثی) را محاسبه کنید. (راهنمایی: اتم هیدروژن دارای یک پروتون، و اتم اکسیژن دارای ۸ پروتون است).

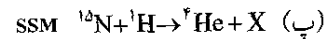
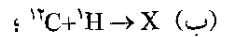
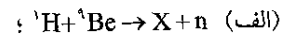
●●۳۲- در شکل ۱۷-۳۸، ذره‌های ۱ و ۲ در مکان خود روی محور x به فاصله $L = 8.00 \text{ cm}$ ثابت شده‌اند. بارهای آنها $q_1 = +e$ و $q_2 = -27e$ است. ذره ۳ با بار $q_3 = +4e$ روی خط میان ذره‌های ۱ و ۲ قرار داده می‌شود تا آنها نیروی الکتروستاتیکی خالص F_{net} را بر آن وارد کنند. (الف) ذره ۳ باید در چه مختصه‌ای قرار گیرد. تا بزرگی این نیرو کمینه شود؟ (ب) بزرگی کمینه چقدر است؟

●●۳۳- در شکل ۱۷-۳۴، ذره‌های ۲ و ۴ با بار $-e$ در مکان خود واقع بر محور y ، در $y_2 = -1.00 \text{ cm}$ و $y_4 = 5.00 \text{ cm}$ ثابت شده‌اند. ذره‌های ۱ و ۳ با بار $+e$ می‌توانند در امتداد محور x حرکت کنند. ذره ۵ با بار $+e$ در مبدأ ثابت شده است. در ابتدا ذره ۱ در $x_1 = -1.00 \text{ cm}$ و ذره ۳ در $x_3 = 1.00 \text{ cm}$ قرار دارند. (الف) ذره ۱ را باید تا چه مقدار x حرکت داد تا جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذره ۵ به اندازه 30° پادساعتگرد بچرخد؟ (ب) وقتی ذره ۱ در مکان جدید خود ثابت شود، ذره ۳ را باید تا چه مقدار x حرکت داد تا F_{net} بچرخد و به جهت اولیه خود باز گردد؟

بخش ۱۷-۶ بار الکتریکی پایسته است

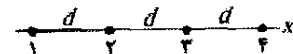
۳۶۰- الکترونها و پوزیترونها توسط تبدیلهای هسته‌ای پروتونها و نوترونها که به نام واپاشی بتا شناخته شده‌اند، ایجاد می‌شوند. (الف) اگر یک پروتون به یک نوترون تبدیل شود، آیا یک الکترون یا یک پوزیترون ایجاد می‌شود؟ (ب) اگر یک نوترون به یک پروتون تبدیل شود، آیا یک الکترون یا یک پوزیترون ایجاد می‌شود؟

۳۷۰- X را به کمک پیوست ج، در واکنشهای هسته‌ای زیر شناسایی کنید:



مسئله‌های اضافی

۳۸- در شکل ۱۷-۳۷، چهار ذره روی محور x ثابت شده‌اند و به فاصله $d = 2.00 \text{ cm}$ از یکدیگر قرار دارند. بارها عبارت‌اند از: $q_1 = +2e$ ، $q_2 = -e$ ، $q_3 = +e$ ، و $q_4 = +4e$ ، $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$. برحسب نمادگذاری بردار یکه، نیروی الکتروستاتیک خالص وارد بر (الف) ذره ۱ و (ب) ذره ۲، از طرف ذره‌های دیگر چقدر است؟



شکل ۱۷-۳۷ مسئله ۳۸

۳۹- در شکل ۱۷-۳۸، ذره ۱ با بار $+4e$ در فاصله $d_1 = 2.00 \text{ mm}$ بالای کف، و ذره ۲ با بار $+6e$ روی آن کف به فاصله افقی $d_2 = 6.00 \text{ mm}$ از ذره ۱ قرار دارد. مؤلفه x نیروی الکتروستاتیک وارد بر ذره ۲ از طرف ذره ۱ چقدر است؟ SSM



شکل ۱۷-۳۸ مسئله ۳۹

۴۰- ذره‌ای با بار Q در مبدأ دستگاه مختصات ثابت شده است. در $t = 0$ ، ذره‌ای ($m = 0.800 \text{ g}$ و $q = 4.00 \mu\text{C}$) که در $x = 2.00 \text{ cm}$ روی محور x واقع است، با تندی 50.0 m/s در جهت مثبت y حرکت می‌کند. به ازای چه مقداری از Q ذره متحرک، حرکت دایره‌ای انجام می‌دهد؟ (از نیروی گرانشی وارد بر ذره چشمپوشی کنید).

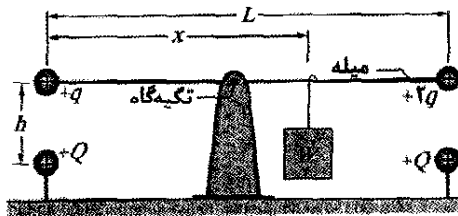
۴۱- میله نارسانای بارداری به طول 2.00 m و سطح مقطع 4.00 cm^2 در طرف مثبت محور x به گونه‌ای قرار دارد که یک سر آن در مبدأ است. چگالی بار حجمی ρ ، بار در واحد حجم بر حسب کولن بر متر مکعب است. اگر ρ (الف) یکنواخت و چگالی بار حجمی ρ (ب) متغیر باشد، چقدر بار در هر یک از سرهای میله است؟

باشد، با مقدار $4.00 \mu\text{C/m}^2$ - و (ب) نایک‌نواخت باشد، با مقداری که با رابطه $\rho = bx^2$ داده می‌شود که در آن $b = -2.00 \mu\text{C/m}^3$ است، چه مقدار الکترون اضافی روی میله قرار دارد؟

۴۲- بار $6.0 \mu\text{C}$ به دو بخش تقسیم شده و سپس به فاصله 3.0 mm از یکدیگر قرار داده شده‌اند. بیشینه مقدار ممکن نیروی الکتروستاتیک میان این دو بخش چقدر است؟

۴۳- چند مگا کولن بار مثبت در 1.00 مول گاز هیدروژن-مولکولی (H_2) وجود دارد؟

۴۴- شکل ۱۷-۳۹ میله‌ای نارسانا، بدون جرم و بلند به طول L را نشان می‌دهد که در مرکزش لولا شده و با قطعه‌ای به وزن W که در فاصله x از انتهای چپ قرار دارد موازنه کرده است. به دو انتهای چپ و راست میله، کره‌های رسانای کوچکی به ترتیب با بارهای مثبت q و $2q$ متصل است. به فاصله h مستقیماً زیر هر یک از این کره‌ها، کره‌ای با بار مثبت Q قرار دارد. (الف) هنگامی که میله افقی و موازنه کرده است، فاصله x چقدر است؟ (ب) h چه مقداری باید داشته باشد تا وقتی میله افقی و در توازن است هیچ نیروی قائمی بر تکیه‌گاه وارد نکند؟



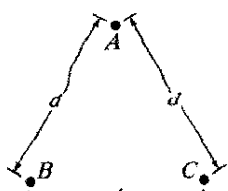
شکل ۱۷-۳۹ مسئله ۴۴

۴۵- هر نوترون شامل یک کوارک «بالا» با بار $+2e/3$ و در کوارک «پایین» هر یک با بار $-e/3$ است. اگر فرض کنیم فاصله کوارکهای پایین در داخل نوترون برابر با $2.6 \times 10^{-15} \text{ m}$ باشد، بزرگی نیروی الکتروستاتیک میان آنها چقدر است؟

۴۶- در شکل ۱۷-۴۰، سه کره رسانای مشابه یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع $d = 2.00 \text{ cm}$ را تشکیل داده‌اند. شعاعهای کره‌ها بسیار کوچکتر از d است و بار کره‌ها عبارت‌اند از: $q_A = -2.00 \text{ nC}$ ، $q_B = -4.00 \text{ nC}$ ، و $q_C = +8.00 \text{ nC}$.

(الف) بزرگی نیروی الکتروستاتیک میان کره‌های A و C چقدر است؟ مرحله‌های زیر را در نظر بگیرید: A توسط سیم نازکی به هم متصل شده و سپس اتصال برداشته می‌شود؛ B توسط سیمی به زمین متصل شده و سپس اتصال برداشته می‌شود؛ و C توسط سیمی به یکدیگر متصل می‌شوند و سپس اتصال قطع می‌شود.

اکنون بزرگه‌های نیروی الکتروستاتیک (ب) میان کره‌های A و C (پ) میان کره‌های B و C چقدر است؟



شکل ۱۷-۴۰ مسئله ۴۶

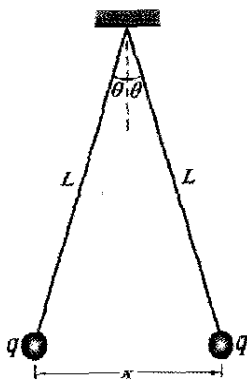
بروید، ممکن است هنگامی که انگشتان خود را نزدیک شیر آب می‌برید، به طور ناگهانی یک جرقه دردناک ظاهر شود. (ب) در این جرقه، آیا الکترون‌ها از شما به شیر آب حرکت می‌کنند یا برعکس؟ (پ) درست پیش از آنکه جرقه ظاهر شود، آیا شما در شیر آب بار مثبت القا می‌کنید یا بار منفی؟ (ت) اگر به جای شما، گربه پنجه‌اش را به شیر آب برساند، الکترون‌ها در جرقه حاصل به چه طریق حرکت می‌کنند؟ (ث) اگر در یک روز خشک، گربه‌ای را با دست لخت نوازش دهید، باید مواظب باشید انگشتان خود را نزدیک بینی گربه نبرید، وگرنه با جرقه‌ای به آن صدمه می‌زنید. با توجه به اینکه موهای گربه عایق است، توضیح دهید چگونه جرقه می‌تواند رخ دهد؟

۵۳- (الف) چه بارهای مثبت یکسانی باید روی زمین و ماه قرار داده شوند تا جاذبه گرانشی آنها را خنثی کند؟ (ب) چرا برای حل این مسئله نیازی به دانستن فاصله آنها ندارید؟ (پ) چند کیلوگرم یون هیدروژن (یعنی، پروتون) برای تهیه بار مثبت محاسبه شده در قسمت (الف) مورد نیاز است؟

۵۴- در شکل ۱۷-۴۲، دو گوی رسانای کوچک با جرم یکسان m و بار یکسان q از نخهایی نارسا به طول L آویزان‌اند. فرض کنید θ به اندازه‌ای کوچک است که می‌توان $\tan \theta$ را با مقدار تقریباً برابر آن، $\sin \theta$ ، جایگزین کرد. (الف) نشان دهید که

$$x = \left(\frac{q^2 L}{\pi \epsilon_0 m g} \right)^{1/3}$$

فاصله x گویها به هنگام تعادل را به دست می‌دهد. (ب) اگر $L = 120 \text{ cm}$ ، $m = 10 \text{ g}$ ، و $x = 5.0 \text{ cm}$ باشد، $|q|$ چقدر است؟



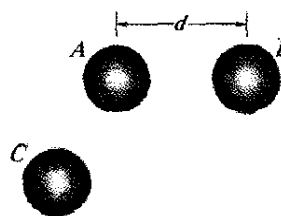
شکل ۱۷-۴۲ مسئله‌های ۵۴ و ۵۵

۵۵- (الف) اگر یکی از گویهای مسئله ۵۴ تخلیه شود (مثلاً بار q خود را به زمین بدهد) توضیح دهید که برای گویها چه رخ می‌دهد. (ب) فاصله تعادل جدید x را با استفاده از مقادیرهای داده شده L و m و مقدار محاسبه شده $|q|$ به دست آورید.

۵۶- در شکل ۱۷-۲۴، ذره‌های ۱ و ۲ در مکان خود ثابت شده‌اند، ولی ذره ۳ می‌تواند آزادانه حرکت کند. اگر نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره ۳ از طرف ذره‌های ۱ و ۲ برابر صفر و $L_{13} = 2/50 L_{12}$ باشد، نسبت q_1/q_2 چقدر است؟

۴۷- بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان دو بار نقطه‌ای $1/500 \text{ C}$ به فاصله (الف) $1/500 \text{ m}$ و (ب) $1/500 \text{ km}$ چقدر می‌شد اگر چنین بارهای نقطه‌ای وجود داشتند (که ندارند) و اگر چنین پیکربندی وجود می‌داشت؟

۴۸- در شکل ۱۷-۴۱، سه کره رسانای مشابه دارای این بارهای اولیه هستند: کره A ، $4Q$ ؛ کره B ، $-6Q$ ؛ و کره C ، 0 . کره‌های A و B در جای خود ثابت‌اند و در فاصله مرکز به مرکز بسیار بزرگتر از اندازه کره‌ها قرار دارند. دو آزمایش انجام می‌گیرد. در آزمایش ۱، کره C به کره A و سپس (به طور جداگانه) به کره B تماس داده شده و از هم جدا می‌شوند. در آزمایش ۲، که با همان شرایط اولیه صورت می‌گیرد، مرحله‌ها وارونه می‌شوند: کره C به کره B و سپس (به طور جداگانه) به کره A تماس داده شده و از هم جدا می‌شوند. نسبت نیروی الکتروستاتیکی بین A و B در پایان آزمایش ۲ به مقدار آن در پایان آزمایش ۱ چقدر است؟



شکل ۲۱-۴۱ مسئله‌های ۴۸ و ۴۷

۴۹- می‌دانیم که بار منفی الکترون و بار مثبت پروتون برابرند. با این حال، فرض کنید مقدار آنها به اندازه 0.0001% با یکدیگر تفاوت داشته باشد. دو سکه مسی که به فاصله $1/50 \text{ m}$ از هم قرار دارند، با چه نیرویی یکدیگر را می‌رانند؟ فرض کنید هر سکه شامل 3×10^{23} اتم مس باشد. (راهنمایی: اتم مس خنثی دارای ۲۹ پروتون و ۲۹ الکترون است.) چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۵۰- فاصله دو پروتون باید چقدر باشد تا بزرگی نیروی الکتروستاتیکی وارد بر هر یک از دو پروتون برابر با بزرگی نیروی گرانشی وارد بر یک پروتون در سطح زمین باشد؟ SSM

۵۱- از بار Q روی یک کره کوچک، کسر α به کره دومی در نزدیکی آن منتقل شده است. کره‌ها را می‌توان به صورت ذره در نظر گرفت. (الف) چه مقداری از α بزرگی F نیروی الکتروستاتیکی میان دو کره را بیشینه می‌کند؟ مقادیرهای (ب) کمتر و (پ) بیشتر α که به ازای آنها F نصف مقدار بیشینه می‌شود، چقدر است؟

۵۲- اگر گربه‌ای در یک روز خشک، چند بار خود را به شلوار کتان شما بسالد، انتقال بار میان موهای گربه و کتان می‌تواند بار اضافی $2/50 \mu\text{C}$ را روی شما بر جای گذارد. (الف) چه تعداد الکترون میان شما و کربه منتقل شده است؟

شما بتدریج از طریق کف زمین بی بار می‌شوید، ولی اگر به جای اینکه منتظر بمانید، بی درنگ به سوی یک شیر آب

۶۳- بارهای نقطه‌ای $+6\mu\text{C}$ و $-4\mu\text{C}$ روی محور x ، به ترتیب در $x=1\text{m}$ و $x=7\text{m}$ ثابت شده‌اند. چه باری باید در $x=2\text{m}$ قرار داده شود تا به هر باری که در مبدأ قرار گیرد هیچ نیروی الکتروستاتیکی وارد نشود؟

۶۴- در شکل ۱۷-۲۸، ذره ۱ با بار $-8\mu\text{C}$ و ذره ۲ با بار $+4\mu\text{C}$ روی محور x به فاصله $L=30\text{cm}$ ثابت شده‌اند. در صورتی که ذره ۳ (الف) در $x=40\text{cm}$ و (ب) در $x=80\text{cm}$ واقع شده باشد، نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر آن بر حسب بردار یکه چیست؟ اگر نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ۳ از طرف ذره‌های ۱ و ۲ برابر با صفر باشد، مختصه (پ) x و (ت) ذره ۳ باید چقدر باشد؟

۶۵- در واپاشی پرتوزای معادله $^{234}\text{Th} \rightarrow ^{234}\text{Pa} + ^4\text{He}$ ، یک هسته ^{234}Th به یک ^{234}Pa و یک ^4He خارج شده تبدیل می‌شود. (اینها هسته‌اند نه اتم، در نتیجه الکترون‌ها وارد نشده‌اند). وقتی فاصله میان ^{234}Th و ^4He برابر $9.0 \times 10^{-15}\text{m}$ است، بزرگیهای (الف) نیروی الکتروستاتیکی میان آنها و (ب) شتاب ذره ^4He چقدر است؟

۶۶- دو کره باردار مثبت کوچک دارای بار کل $5.0 \times 10^{-5}\text{C}$ هستند. اگر هنگامی که فاصله دو کره 2.0m است، هر کره با نیروی الکتروستاتیکی 1.0N توسط دیگری دفع شود، بار روی کره با بار کوچکتر چقدر است؟

۶۷- بارهای اولیه روی سه کره فلزی مشابه شکل ۱۷-۴۱ عبارت‌اند از: کره A ، Q ؛ کره B ، $-Q/4$ ؛ و کره C ، $Q/2$ ، که در آنها $Q=2.00 \times 10^{-12}\text{C}$ است. کره‌های A و B در جای خود ثابت‌اند، و فاصله مرکز به مرکز آنها $d=1/20\text{m}$ است، که بسیار بزرگتر از اندازه کره‌هاست. کره C ابتدا به کره A و سپس به کره B تماس داده شده و آنگاه برداشته می‌شود. بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان کره‌های A و B چقدر است؟

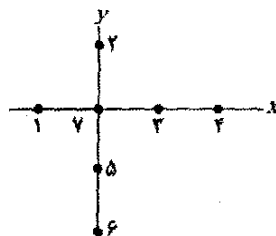
۶۸- الکترونی در نزدیکی سطح زمین در خلأ است و در $y=0$ روی محور قائم قرار دارد. الکترون دومی در چه مقداری از y باید قرار گیرد تا نیروی الکتروستاتیکی وارد بر الکترون اول برابر با نیروی گرانشی وارد بر آن باشد؟

۶۹- در شکل ۱۷-۲۸، ذره ۱ با بار $-500q$ و ذره ۲ با بار $+200q$ در فاصله L روی محور x ثابت شده‌اند. اگر ذره ۳ با بار نامعلوم q_3 به گونه‌ای قرار داده شود که نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر آن از طرف ذره‌های ۱ و ۲ برابر صفر باشد، مختصه (الف) x و (ب) ذره ۳ چه باید باشد؟

۷۰- دو دانشجوی مهندسی، یکی به جرم 90kg و دیگری به جرم 45kg به فاصله 3.0m از یکدیگر قرار دارند. فرض کنید هر یک به اندازه 0.01% در مقدار بار مثبت و منفی عدم توازن دارند، یکی باردار مثبت و دیگری باردار منفی است. با جایگزین کردن هر دانشجو با یک کره آب که همان جرم دانشجو داشته باشد، مرتبه بزرگی نیروی جاذبه الکتروستاتیکی میان آنها را بیابید.

۵۷- بار کل $75\mu\text{C}$ الکترون بر حسب کولن چقدر است؟

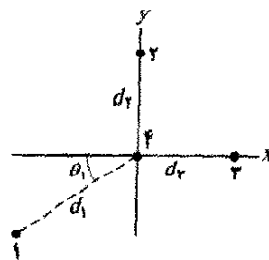
۵۸- چنانکه در شکل ۱۷-۴۳ دیده می‌شود، شش ذره باردار، ذره ۷ را که به فاصله‌های شعاعی $d=1.0\text{cm}$ یا $2d$ از آنها قرار دارد احاطه کرده‌اند. بارها عبارت‌اند از: $q_1=+2e$ ، $q_2=+4e$ ، $q_3=+e$ ، $q_4=+4e$ ، $q_5=+8e$ ، $q_6=+6e$ ، با $e=1.60 \times 10^{-19}\text{C}$. بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ۷ چقدر است؟



شکل ۱۷-۴۳ مسئله ۵۸

۵۹- سه ذره باردار تشکیل یک مثلث می‌دهند: ذره ۱ با بار $Q_1=8.0\text{nC}$ در مختصات $(0, 3.00\text{mm})$ ، ذره ۲ با بار Q_2 در $(0, -3.00\text{mm})$ ، و ذره ۳ با بار $q=18.0\text{nC}$ در $(4.00\text{mm}, 0)$. بر حسب نمادگذاری بردار یکه، نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره ۳ از طرف دو ذره دیگر چقدر است، در صورتی که Q_2 برابر با (الف) 8.0nC و (ب) -8.0nC باشد؟

۶۰- در شکل ۱۷-۴۴، (الف) بزرگی و (ب) جهت نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ۴ از طرف سه ذره دیگر چیست؟ هر چهار ذره در صفحه xy ثابت شده‌اند، و $q_1=+3.20 \times 10^{-19}\text{C}$ ، $q_2=-3.20 \times 10^{-19}\text{C}$ ، $q_3=+6.40 \times 10^{-19}\text{C}$ ، $q_4=3.50\text{e}$ ، $d_1=3.00\text{cm}$ ، و $d_2=d_3=2.00\text{cm}$.



شکل ۱۷-۴۴ مسئله ۶۰

۶۱- دو بار نقطه‌ای 3.0nC و -4.0nC روی محور x ، به ترتیب در مبدأ و در $x=72\text{cm}$ ثابت شده‌اند. ذره‌ای با بار $42\mu\text{C}$ در $x=28\text{cm}$ از حالت سکون رها می‌شود. اگر بزرگی شتاب اولیه ذره 100km/s^2 باشد، جرم ذره چقدر است؟

۶۲- در شکل ۱۷-۲۳، چهار ذره یک مربع تشکیل داده‌اند. بارها عبارت‌اند از: $q_1=+Q$ ، $q_2=q_3=q_4=q$ ، و $q_4=-2.00Q$. اگر نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ۱ برابر صفر باشد، نسبت q/Q چقدر است؟