ظاهر شود؛ به این ترتیب

$$e^- + e^+ \rightarrow \gamma + \gamma$$

بار خالص در این برهم‌کنش چه قبل و چه بعد از رویداد صفر، و بار پایسته است.

بعضی ذرات بدون بار، مانند مزون π خنثا، وجود دارند که می‌توانند به‌صورت الکترومغناطیسی به دو پرتو گاما واپاشند.

$$\pi^\circ \rightarrow \gamma + \gamma$$

در این واپاشی بار پایسته است، باز هم در اینجا بار کل قبل و بعد از واپاشی صفر است. مثال دیگری در این مورد، واپاشی نوترون ($q = 0$) به یک پروتون ($q = +e$) و یک الکترون ($q = -e$) و یک ذرهٔ خنثا دیگر، یک نوترینو ($q = 0$) است که بار کل چه قبل از واپاشی و چه بعد از آن صفر است، و در نتیجه بار پایسته است. در جستجوی واپاشیهایی که در آن نوترون به یک پروتون واپاشد و هیچ الکترونی گسیل نشود، که پایستگی بار را نقض کند، آزمایشهایی صورت گرفته است. تاکنون چنین رویدادی یافته نشده است و حد بالایی وقوع آنها نسبت به واپاشیهایی که در آنها با بار پایسته می‌ماند 10^{-23} است.

واپاشی الکترون ($q = e$) به‌ذرات خنثا مانند پرتو گاما (γ) یا نوترینو (γ) ممنوع است؛ مثلاً

$$e^- \not\rightarrow \gamma + \nu$$

زیرا این واپاشی پایستگی بار الکتریکی را نقض می‌کند. تلاشهای انجام‌شده برای مشاهدهٔ این‌گونه واپاشیها هم به‌جایی نرسیده است که نشان می‌دهد اگر این واپاشی صورت بگیرد، طول عمر الکترون باید لااقل 10^{22} سال باشد!

نمونهٔ دیگری از پایستگی بار الکتریکی در همجوشی دو هستهٔ دوتریم ^2H (به‌نام "هیدروژن سنگین") برای تولید یک اتم هلیم رخ می‌دهد. در میان واکنشهای ممکن می‌توان به‌موارد زیر اشاره کرد

$$^2H + {}^2H \rightarrow {}^3H + p$$

$$^2H + {}^2H \rightarrow {}^3He + n$$

هستهٔ دوتریم دارای یک پروتون و یک نوترون است و بنابراین دارای بار $+e$ است. هستهٔ ایزوتوپ هیدروژن با جرم ۳، که آن را به‌صورت ^3H می‌نویسیم و به نام تریتیم می‌شناسیم، یک پروتون و دو نوترون دارد و بنابراین هستهٔ این ایزوتوپ نیز دارای بار $+e$ است. بنابراین واکنش اول در هر دو طرف دارای بار $+2e$ و در آن بار پایسته است. در واکنش دوم نوترون بدون بار است، در حالی که هستهٔ ایزوتوپ هلیم با جرم ۳ حاوی ۲ پروتون و یک نوترون است و بنابراین دارای بار الکتریکی $+2e$ است. به این ترتیب در واکنش دوم هم بار پایسته است. پایستگی بار الکتریکی توجیه می‌کند که چرا در واکنش دوم هرگز یک پروتون یا در واکنش اول هرگز یک نوترون گسیل نمی‌شود.

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؟

۳. یک میلهٔ باردار قطعات بسیار ریز چوب‌پنبه خشک را جذب می‌کند، که این ذرات پس از تماس با میله، اغلب به‌شدت از آن می‌جهند. در این مورد توضیح دهید.

۴. آزمایشهای توصیف‌شده در بخش ۲۷ـ۲ را می‌توان با فرض وجود چهار نوع بار؛ یعنی، بار روی شیشه، ابریشم، پلاستیک و پوست توضیح داد. چه استدلالی در مخالفت با این طرح می‌توان ارائه داد؟

۵. بار مثبتی را به یک رسانای عایق‌بندی‌شدهٔ بدون بار نزدیک کرده‌ایم. در هنگامی که بار در حوالی رساناست، آن‌را به زمین متصل کرده‌ایم. آیا این رسانا در دو حالت زیر بار مثبت یا منفی دارد یا اصلاً بار ندارد: (الف) اول بار مثبت را دور و سپس سیم اتصال به زمین را قطع کنیم و (ب) ابتدا سیم اتصال به زمین را قطع و سپس بار مثبت را دور کنیم؟

۶. یک عایق باردار را می‌توان با عبور آن از روی یک شعله تخلیه کرد. چگونگی این عمل را بیان کنید.

۷. اگر سکه‌ای را به‌شدت بین انگشتانتان مالش دهید به‌نظر می‌رسد که با اصطکاک باردار نمی‌شود. چرا؟

۸. اگر به سرعت روی قالی راه بروید، اغلب به‌هنگام تماس با یک دستگیره فلزی شاهد جرقه‌زدن خواهید بود. (الف) چه عاملی سبب این جرقه می‌شود؟ (ب) چگونه می‌توان مانع وقوع آن شد؟

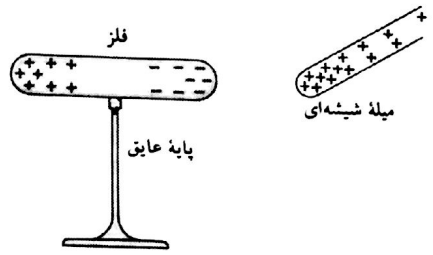
Scanned by CamScanner

۹. چرا آزمایشهای مربوط به الکتروستاتیک در روزهای مرطوب خوب انجام نمی‌شوند؟

۱۰. چرا توصیه می‌شود که قبل از نصب هرگونه وسایل جنبی در داخل کامپیوتر شخصی خود ابتدا بدنهٔ فلزی آن را لمس کنید؟

۱۱. می‌گویند که یک میلهٔ عایق حاوی بار الکتریکی است. چگونه می‌توانید درستی این گفته را تأیید و علامت بار را تعیین کنید؟

۱۲. اگر یک میلهٔ شیشه‌ای باردار را مطابق شکل ۷ به یک سر میلهٔ فلزی بی‌بار عایق‌بندی‌شده نزدیک کنیم، همان‌طور که شکل نشان می‌دهد الکترونها به یک سر آن کشیده می‌شوند. چرا جریان الکترونها متوقف می‌شود؟ زیرا، در یک میلهٔ فلزی چشمهٔ تقریباً بی‌پایانی از الکترونها وجود دارد.



شکل ۷. پرسشهای ۱۲ و ۱۳.

۱۳. آیا در شکل ۷ هیچ نیروی الکتریکی برایندی بر میلهٔ فلزی وارد می‌شود؟ توضیح دهید.

۱۴. شخصی که روی یک چارپایهٔ عایق‌بندی‌شده قرار گرفته یک رسانای باردار عایق‌بندی‌شده را لمس می‌کند. آیا در رسانا به‌طور کامل تخلیه می‌شود؟

۱۵. (الف) یک میلهٔ شیشه‌ای دارای بار مثبت جسم آویزانی را جذب می‌کند. آیا می‌توان نتیجه گرفت که جسم آویخته بار منفی دارد؟ (ب) یک میلهٔ شیشه‌ای دارای بار مثبت جسم آویخته‌ای را دفع می‌کند. آیا می‌توان نتیجه گرفت که جسم آویخته بار مثبت دارد؟

۱۶. مفهوم "نیروهای الکتروستاتیکی از اصل برهم‌نهی پیروی می‌کنند" را توضیح دهید.

۱۷. آیا نیروی الکتریکی که یک بار بر بار دیگر وارد می‌کند با نزدیکتر کردن بارهای دیگری تغییر می‌کند؟

۱۸. محلول سولفات مس رساناست. در این مورد چه ذراتی نقش حاملان بار را به‌عهده دارند؟

۱۹. اگر الکترونها در فلزی مانند مس آزادانه جابه‌جا شوند، اغلب اوقات در می‌یابند که به‌طرف سطح فلز در حرکت‌اند. چرا الکترونها به راه خودشان ادامه نمی‌دهند تا از فلز خارج شوند؟

۲۰. اگر بنیامین فرانکلین تصمیم گرفته بود که الکترونها را مثبت و پروتونها را منفی درنظر بگیرد آیا هیچ تفاوت اساسی به‌وجود می‌آمد؟

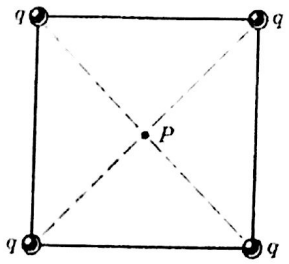
۲۱. قانون کولن پیش‌بینی می‌کند نیرویی که یک‌بار نقطه‌ای بر بار نقطه‌ای دیگر وارد می‌کند با حاصل‌ضرب دوبار متناسب است. برای تحقیق تجربی این موضوع در آزمایشگاه چه روشی را پیشنهاد می‌کنید؟

۲۲. بگویید چگونه هسته اتم متشکل از ذراتی که یا خنثا هستند (نوترونها) یا بارهای یکسان دارند (پروتونها) می‌تواند پایدار باشد.

۲۳. الکترونی (بار $= -e$) در اتم هلیم دور هستهٔ هلیم (بار $= +2e$) می‌چرخد. کدام ذره نیروی بیشتری بر دیگری وارد می‌کند؟

۲۴. بار هر ذره یک ویژگی واقعی ذره و مستقل از وضعیت حرکت آن است. بگویید چگونه می‌توان درستی این عبارت را با انجام آزمایشهای بسیار دقیق که نشان می‌دهند اتم هیدروژن از لحاظ الکتریکی واقعاً خنثا است تحقیق کرد.

۲۵. بنابر قضیه اِرن‌شاو هیچ ذره‌ای نمی‌تواند تحت تأثیر نیروهای الکتروستاتیکی صرف در تعادل پایدار قرار بگیرد. اکنون نقطهٔ P را در مرکز مربعی که در چهار رأس آن چهار بار مثبت مساوی، مانند شکل ۸، قرار دارد درنظر بگیرید. اگر یک‌بار آزمون مثبت را در آن نقطه بگذارید ممکن است به‌نظر آید که این بار در تعادل پایدار است. هرکدام از چهار ذرهٔ خارجی بار آزمون را به سمت P هُل می‌دهند. با وجود این، هنوز قضیهٔ ارن‌شاو برقرار است. آیا می‌توانید بگویید چگونه؟



شکل ۸. پرسش ۲۵.

۲۶. کوانتوم بار الکتریکی $۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ کولن است. آیا یک کوانتوم جرم متناظر با آن وجود دارد؟

۲۷. معنی این عبارت که یک کمیت فیزیکی (الف) کوانتیده یا (ب) پایسته است، چیست؟ در این مورد مثالهایی بزنید.

۲۸. در مثال ۴ نشان دادیم که نیروی الکتریکی در حدود $۱۰^{۳۹}$ مرتبه قویتر از نیروی گرانشی است. آیا می‌توانید از این موضوع نتیجه بگیرید که اساساً یک کهکشان، یک ستاره یا یک سیاره باید از لحاظ الکتریکی خنثا باشد؟

Scanned by CamScanner

۲۹. ازکجا می‌دانید که نیروهای الکتروستاتیکی عامل جاذبهٔ گرانشی بین مثلاً، زمین و ماه نیستند؟

مسئله‌ها

بخش ۲۷ـ۴ قانون کولن

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

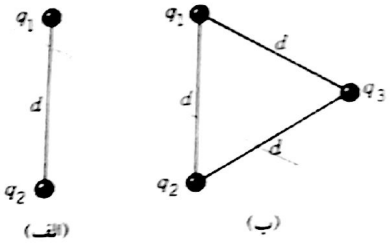
۲. برای اینکه نیروی جاذبهٔ بین بار نقطه‌ای $q_۱ = ۲۶٫۳\mu\mathrm{C}$ و بار نقطه‌ای $q_۲ = -۴۷٫۱\mu\mathrm{C}$ برابر $۵٫۶۶\mathrm{N}$ باشد، فاصله بین این دو بار باید چقدر باشد؟

۳. دریک 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؟

شکل ۹. مسئلهٔ ۳.

۴. دو ذرهٔ دارای بار مساوی که در فاصلهٔ $۳٫۲۰\mathrm{mm}$ از یکدیگر قرار گرفته‌اند، از حال سکون رها می‌شوند. مشاهده می‌کنیم که شتاب اولیهٔ ذرهٔ اول $۷٫۲۲\mathrm{m/s^۲}$ است و شتاب ذرهٔ دوم $۹٫۱۶\mathrm{m/s^۲}$. جرم ذرهٔ اول $۶٫۳۱ \times ۱۰^{-۷}\mathrm{kg}$ است. پیدا کنید (الف) جرم ذرهٔ دوم و (ب) مقدار بار هریک از دو ذره را.

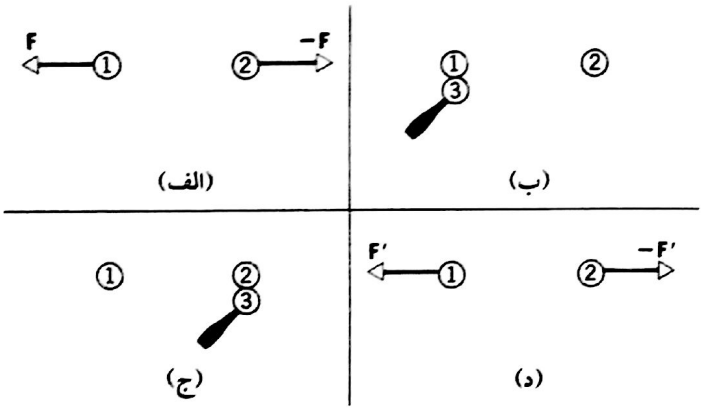
۵. شکل ۱۰ الف دو ذرهٔ باردار $q_۱$ و $q_۲$ را که در فاصلهٔ d از یکدیگر قرارگرفته‌اند نشان می‌دهد. (الف) شدت نیروی الکتریکی وارد بر ذرهٔ $q_۱$ را معین کنید. فرض کنید که $q_۱ = q_۲ = ۲۱٫۳\mu\mathrm{C}$ و فاصلهٔ $d = ۱٫۵۲\mathrm{m}$ است. (ب) بار سوم $q_۳ = ۲۱٫۳\mu\mathrm{C}$ را به این



شکل ۱۰. مسئلهٔ ۵.

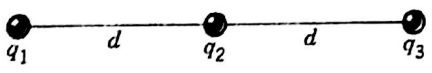
محدوده وارد کرده و در موقعیت نشان داده‌شده در شکل ۱۰ب قرار می‌دهیم. حالا شدت نیروی الکتریکی وارد بر $q_۱$ را معین کنید.

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 قرارگرفته‌اند. 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.

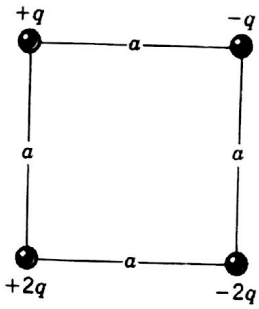


شکل ۱۲. مسئلهٔ ۷.

۸. در شکل ۱۳، مؤلفه‌های (الف) افقی و (ب) عمودی نیروی الکتریکی برایند را روی بار واقع در گوشهٔ پایین سمت چپ را پیدا

Scanned by CamScanner

کنید. فرض کنید که $q = ۱٫۱۳\mu C$ و $a = ۱۵٫۲cm$. بارها در حال سکون‌اند.



شکل ۱۳. مسئلهٔ ۸.

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

۱۰. دو کرهٔ کوچک دارای بار الکتریکی مثبت هستند، به‌طوری که بار کل هر دو کره برابر $۵۲٫۶\mu C$ است. وقتی این دو کره در فاصلهٔ $۱٫۹۴m$ از هم قرار بگیرند با نیرویی برابر $۱٫۱۹N$ یکدیگر را دفع می‌کنند. بار روی هر کره را محاسبه کنید.

۱۱. دو کرهٔ رسانای یکسان، که بارهای با علامت مخالف دارند، وقتی در فاصلهٔ $۵۰٫۰cm$ از هم قرار بگیرند با نیرویی برابر $۱۰۸٫۰N$ 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 $۰٫۳۶۰N$ دفع می‌کنند. بار اولیه روی هرکدام از دو کره چقدر بوده است؟

۱۲. دو بار ثابت $+۱٫۰۷\mu C$ و $-۳٫۲۸\mu C$ در فاصلهٔ $۶۱٫۸cm$ 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.

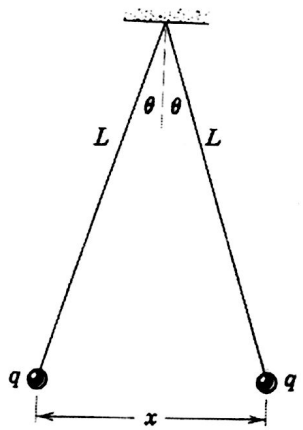
۱۴. بار a در هریک از دو رأس متقابل یک مربع قرارگرفته است. بار q را در هریک از دو رأس متقابل دیگر مربع قرار می‌دهیم. (الف) اگر نیروی الکتریکی برایند وارد بر Q برابر صفر باشد، Q و q چه رابطه‌ای با هم دارند؟ (ب) آیا می‌توان q را چنان انتخاب کرد که نیروی الکتریکی برایند روی هرکدام از بارها صفر باشد؟ در مورد پاسخ خود توضیح دهید.

۱۵. می‌خواهیم بار معین Q را به دو بخش $(Q - q)$ و q تقسیم کنیم. اگر این دو قسمت را در فاصلهٔ مشخصی از یکدیگر قرار دهیم و بخواهیم که نیروی دافعهٔ کولنی در این مورد بیشینه شود، q و Q باید چه ارتباطی با هم داشته باشند؟

۱۶. دو گوی مشابه بسیار کوچک هرکدام به جرم m از دو رشته نخ ابریشمی به‌طول L آویخته شده‌اند و هریک حامل بار یکسان 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 $L = ۱۲۲cm$، $m = ۱۱٫۲g$ و $x = ۴٫۷۰cm$ باشد، مقدار q چقدر است؟



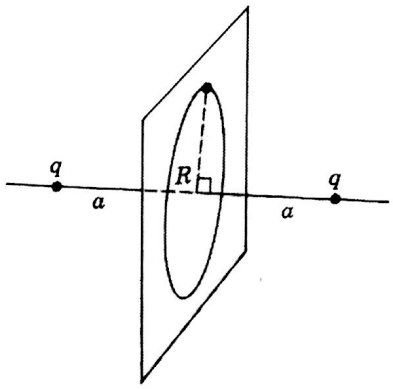
شکل ۱۴. مسئله‌های ۱۶، ۱۷ و ۱۸.

۱۷. اگر گویهای شکل ۱۴ رسانا باشند، (الف) پس از آنکه یکی از آنها تخلیه شد چه اتفاقی می‌افتد؟ در مورد پاسخ خود توضیح دهید. (ب) فاصلهٔ حالت تعادل جدید را معین کنید.

۱۸. فرض کنید که گویهای مسئله ۱۶ با آهنگ $۲۰nC/s$ بار خود را از دست می‌دهند. گویها در ابتدا با چه سرعت لحظه‌ای نسبی (مساوی dx/dt) به‌هم نزدیک می‌شوند؟

۱۹. دو بار نقطه‌ای مثبت مساوی q را در فاصلهٔ $۲a$ از هم قرار دارند. یک‌بار آزمون نقطه‌ای را روی صفحه عمودمنصف خطی قرار دارد که بارها را به‌هم متصل می‌کند. شعاع R دایره‌ای را در این صفحه بیابید کنید که برای آن نیروی وارد بر ذرهٔ آزمون دارای بیشترین مقدار باشد. نگاه کنید به شکل ۱۵.

Scanned by CamScanner



شکل ۱۵. مسئلهٔ ۱۹.

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

۲۱. مکعبی به ضلع a حاوی بار q در هریک از گوشه‌های خود است. نشان دهید که برایند نیروی الکتریکی وارد بر هریک از بارها از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

$$F = \frac{0.2662q^2}{\epsilon_0 a^2}$$

این نیرو در امتداد قطری از مکعب است که از آن گوشه می‌گذرد و جهت آن به سمت خارج از جسم است.

۲۲. دو بار مثبت $Q+$ در فاصله d از یکدیگر ثابت شده‌اند. ذره‌ای با بار منفی $q-$ و جرم m را در وسط خطی که دو بار را به‌هم متصل می‌کند قرار داده‌ایم. سپس بار $q-$ را در جهت عمود برخط اتصال دو بار جابه‌جا و آن را رها می‌کنیم. نشان دهید که حرکت این ذره یک حرکت هماهنگ ساده با دورهٔ تناوب $(\epsilon_0 m\pi^2 d^3/qQ)^{1/2}$ است.

۲۳. دورهٔ تناوب مربوط به حرکت نوسانی یک ذرهٔ با بار مثبت $q+$ که از نقطهٔ وسط خط اتصال دو بار مسئلهٔ ۲۲ در امتداد آن اندکی جابه‌جا شده باشد را محاسبه کنید.

بخش ۲۷ـ۵ بار کوانتیده است

۲۴. بار موجود در ۷۵٫۰kg الکترون را برحسب کولن پیدا کنید.

۲۵. در یک بلور نمک، یک اتم سدیم یکی از الکترونهایش را به یکی از اتمهای کلر مجاورش منتقل می‌کند و یک پیوند یونی به‌وجود می‌آورد. یون مثبت سدیم و یون منفی کلر که بر اثر این انتقال بار به‌وجود آمده‌اند با نیروی الکتروستاتیک یکدیگر را جذب می‌کنند. نیروی جاذبهٔ الکتروستاتیکی را در صورتی که فاصلهٔ بین یونها ۲۸۲ پیکومتر باشد محاسبه کنید.

۲۶. نیروی الکتروستاتیکی بین دو یون یکسان که در فاصلهٔ 5×10^{-10}m از هم قرار گرفته‌اند برابر 3.7×10^{-9}N است. (الف) بار هر یون را تعیین کنید. (ب) هر یون چند الکترون از دست داده است؟

۲۷. تصور می‌شود که نوترون از یک کوارک "بالا" با بار $+\frac{2}{3}e$ و دو کوارک "پایین" با بار $-\frac{1}{3}e$ تشکیل شده است. اگر کوارکهای پایین در داخل نوترون در فاصلهٔ 2.6×10^{-15}m از هم قرار داشته باشند، نیروی دافعهٔ الکتریکی بین آنها چقدر است؟

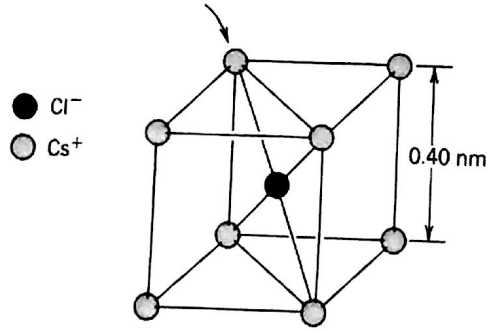
۲۸. (الف) چند الکترون را باید از یک سکه خارج کنیم تا بار باقی‌مانده در آن $+1.15 \times 10^{-7}$C شود. (ب) این مقدار چه کسری از کل الکترونها موجود در سکه را تشکیل می‌دهد؟ مثال ۲ را ببینید.

۲۹. الکترونی در نزدیکی سطح زمین در خلأ قرار دارد. یک الکترون دیگر را باید کجا قرار داد تا برایند نیروی ناشی از الکترون دوم و گرانش که بر الکترون اول وارد می‌شود صفر شود؟

۳۰. پروتونهای موجود در پرتوهای کیهانی با آهنگ متوسط $1500 \frac{\text{پروتون}}{\text{m}^2\cdot\text{s}}$، روی کل سطح زمین، به جوّ زمین برخورد می‌کنند. جریان کلی را که زمین از فراسوی جوش به‌صورت پروتونهای فرودی پرتوهای کیهانی دریافت می‌کند چقدر است؟

۳۱. بارهای مثبت موجود در یک لیوان آب را برحسب کولن محاسبه کنید. فرض کنید که حجم آب 250cm^3 باشد.

۳۲. در ترکیب CsCL (سزیم‌کلرید)، اتمهای سزیم در گوشه‌های مکعبی قرار گرفته‌اند که یک اتم کلر در مرکز آن وجود دارد. طول ضلع این مکعب ۰٫۴۰nm است؛ شکل ۱۶. هریک از اتمهای سزیم یک الکترون کم دارد و هر اتم کلر حامل یک الکترون اضافی است. (الف) شدت برایند نیروی الکتریکی وارد بر اتم کلر از طرف هشت اتم سزیم در



شکل ۱۶. مسئلهٔ ۳۲.

Scanned by CamScanner

شکل چقدر است؟ (ب) فرض کنید اتم Cs که در شکل با علامت پیکان مشخص شده است وجود ندارد (نقص بلور). در این صورت برایند نیروی الکتریکی وارد بر اتم Cl از طرف هفت اتم باقی‌ماندهٔ Cs چقدر است؟

۳۳. (الف) چه مقدار بار مثبت به میزان مساوی باید روی زمین و روی ماه قرار داد تا جاذبهٔ گرانشی آنها را خنثا کند؟ آیا برای حل این مسئله نیاز به دانستن فاصلهٔ ماده دارید؟ اگر پاسخ آری است، چرا و اگر جواب نه است، چرا؟ (ب) برای تأمین بار مثبت محاسبه‌شده در قسمت (الف) به چند تن متریک هیدروژن نیاز داریم؟ جرم مولی هیدروژن ۱٫۰۰۸g/mol است.

۳۴. دو دانشجوی فیزیک یکی به جرم ۵۲٫۰kg و دیگری به جرم ۹۰٫۷kg در فاصلهٔ ۲۸٫۰m از هم قرار دارند. فرض کنید که هریک از آنها عدم توازنی در حد ۰٫۰۱٪ در مقدار بار مثبت و منفی خود داشته باشند، یکی بار مثبت دارد و دیگری بار منفی. نیروی جاذبهٔ الکتروستاتیکی بین آنها را برآورد کنید. (راهنمایی: به‌جای آدمها کره‌های پر از آب بگذارید و از نتایج مسئلهٔ ۳۱ استفاده کنید.)

بخش ۲۷ـ۶ بار الکتریکی پایسته است

۳۵. در واکنشهای هسته‌ای زیر عنصر X را شناسایی کنید:

(الف) $^{1}\mathrm{H} + {}^{9}\mathrm{Be} \rightarrow \mathrm{X} + \mathrm{n}$

(ب) $^{12}\mathrm{C} + {}^{1}\mathrm{H} \rightarrow \mathrm{X}$

(ج) $^{15}\mathrm{N} + {}^{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}\mathrm{He} + \mathrm{X}$

(راهنمایی: به پیوست ه مراجعه کنید.)

۳۶. در واپاشی پرتوزای $^{238}\mathrm{U}$ ($^{238}\mathrm{U} \rightarrow {}^{4}\mathrm{He} + {}^{234}\mathrm{Th}$) لحظهٔ معین مرکز $^{4}\mathrm{He}$، ذره خروجی، در فاصلهٔ $10^{-15}\mathrm{m}$ مرکز هسته باقی‌مانده $^{234}\mathrm{Th}$ قرار می‌گیرد. در آن لحظه (الف) وارد بر $^{4}\mathrm{He}$ چقدر است و (ب) شتاب این ذره چقدر است

Scanned by CamScanner