

مسئله‌های آموزشی قابل دسترس (در نسخه مدرس).



SSM: پاسخ قابل دسترس در کتاب حل مسئله‌ها

WWW: پاسخ در

<http://www.wiley.com/college/halliday>

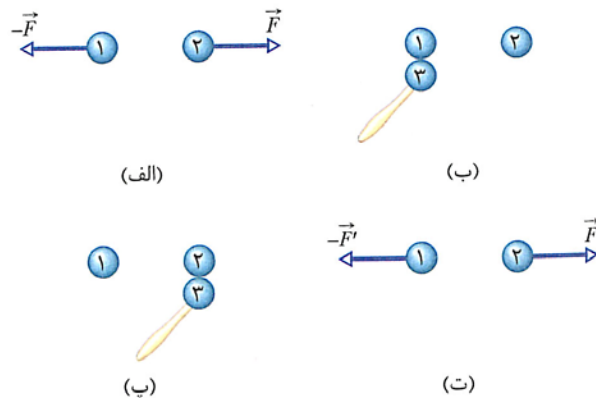
تعداد نقطه‌ها درجه دشوار بودن سطح مسئله را نشان می‌دهد. ILW: پاسخ یادگیری تعاملی در

اطلاعات اضافی در سیرک پرنده فیزیک و در flyingcircusofphysics.com قابل دسترس است.

بخش ۱۷-۴ قانون کولن

۱۰- SSM ILW از بار Q که در ابتدا روی کره‌ی کوچکی است، یک جزء q به کره‌ی 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؟

۲۰- 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 ۱۷-۲۱ الف). نیروی الکتروستاتیکی که از سوی کره‌ی ۱ بر کره‌ی ۲ وارد می‌شود \vec{F} است. حال فرض کنید که کره‌ی مشابه سوم ۳، که دارای دستگیره‌ای عایق و در ابتدا خنثی است، نخست با کره‌ی ۱ (شکل ۱۷-۲۱ ب)، سپس با کره‌ی ۲ (شکل ۱۷-۲۱ پ) تماس پیدا کند، و سرانجام برداشته شود (شکل ۱۷-۲۱ ت). بزرگی نیروی الکتروستاتیکی F' که اینک بر کره‌ی ۲ وارد می‌شود چقدر است؟ نسبت F'/F چیست؟



شکل ۱۷-۲۱ مسئله ۲

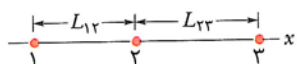
۳۰- SSM برای آنکه بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان دو بار نقطه‌ای $q_1 = 26.0 \mu\text{C}$ و $q_2 = -47.0 \mu\text{C}$ برابر با 5.70 N باشد، فاصله‌ی بین آنها باید چقدر باشد؟

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

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

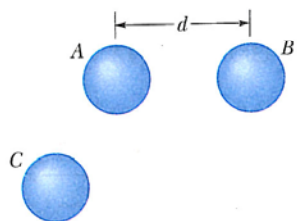
۶۰- ILW دو ذره با بار یکسان در فاصله‌ی $3/2 \times 10^{-2} \text{ m}$ از یکدیگر نگه داشته شده و سپس از حال سکون رها می‌شوند. مشاهده می‌شود که شتاب اولیه‌ی ذره‌ی اول 7.0 m/s^2 و شتاب اولیه‌ی ذره‌ی دوم 9.0 m/s^2 است. اگر جرم ذره‌ی اول $6/3 \times 10^{-7} \text{ kg}$ باشد، (الف) جرم ذره‌ی دوم و (ب) بزرگی بار هر ذره چقدر است؟

۷۰- در شکل ۱۷-۲۲ سه ذره‌ی باردار روی محور x قرار دارند. ذره‌های ۱ و ۲ در مکان خود ثابت‌اند. ذره‌ی ۳ می‌تواند حرکت کند، ولی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر آن از طرف ذره‌های ۱ و ۲ در جایی برابر صفر است. اگر $L_{13} = L_{12}$ باشد؛ نسبت q_1/q_2 چقدر است؟



شکل ۱۷-۲۲ مسئله‌های ۷ و ۴۰

۸۰۰- در شکل ۱۷-۲۳، سه کره‌ی رسانای مشابه دارای این بارهای اولیه هستند: کره‌ی A ، $4Q$ ؛ کره‌ی B ، $-6Q$ ؛ و کره‌ی C ، 0 . کره‌های A و B در جای خود ثابت‌اند و در فاصله‌ی مرکز به مرکز بسیار بزرگتر از اندازه‌ی کره‌ها قرار دارند. دو آزمایش انجام می‌گیرد. در آزمایش ۱، کره‌ی C به کره‌ی A و سپس (به طور جداگانه) به کره‌ی B تماس داده شده و از هم جدا می‌شوند. در آزمایش ۲، که با همان شرایط اولیه صورت می‌گیرد، مرحله‌ها وارونه می‌شوند: کره‌ی C به کره‌ی B و سپس (به طور جداگانه) به کره‌ی 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؟



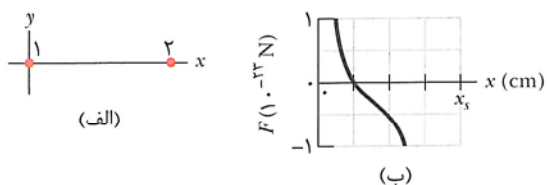
شکل ۱۷-۲۳ مسئله‌های ۸ و ۶۵

۹۰۰- SSM WWW دو کره‌ی رسانای مشابه، که در جایی ثابت شده‌اند، هنگامی که فاصله‌ی جدایی مرکز به مرکز آنها برابر 5.00 cm است، با نیروی الکتروستاتیکی 0.108 N یکدیگر را می‌ربایند. سپس کره‌ها توسط سیم رسانای نازکی به هم متصل

الکتروستاتیکی وارد بر آن برابر با صفر باشد؟

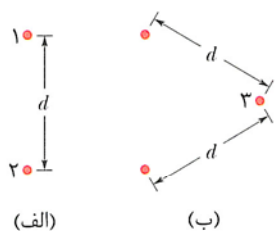
۱۵۰۰- GO بارها و مختصات دو ذره ی باردار که در صفحه ی xy ثابت شده اند عبارت اند از $q_1 = +3/0 \mu C$ ، $x_1 = 3/5 \text{ cm}$ ، $q_2 = -4/0 \mu C$ و $y_2 = 0/50 \text{ cm}$ ، $x_2 = -2/0 \text{ cm}$ ، $y_1 = 1/5 \text{ cm}$ (الف) بزرگی و (ب) جهت نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره ی ۲ از طرف ذره ی ۱ را بیابید. در چه مختصه ی (پ) x و (ت) y ذره ی سوم با بار $q_3 = +4/0 \mu C$ باید قرار گیرد تا نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ی ۳ از طرف ذره های ۱ و ۲ صفر شود؟

۱۶۰۰- GO در شکل ۱۷-۲۶ الف، ذره ی ۱ (با بار q_1) و ذره ی ۲ (با بار q_2) در مکانی روی محور x ثابت شده اند و از یکدیگر $8/00 \text{ cm}$ فاصله دارند. می خواهیم ذره ی ۳ (با بار $q_3 = +8/00 \times 10^{-19} \text{ C}$) به گونه ای روی خط میان ذره های ۱ و ۲ قرار گیرد که آنها نیروی الکتروستاتیکی خالص \vec{F}_{net} را بر آن وارد کنند. شکل ۱۷-۲۶ ب، مؤلفه ی x این نیرو را بر حسب مختصه ی x مکانی که ذره ی ۳ در آن واقع شده است، نشان می دهد. 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؟



شکل ۲۶-۱۷ مسئله ی ۱۶

۱۷۰۰- GO در شکل ۱۷-۲۷ الف، ذره های ۱ و ۲ هر کدام بار $20/0 \mu C$ دارند و در فاصله ی $d = 1/50 \text{ m}$ از یکدیگر ثابت شده اند. (الف) بزرگی نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره ی ۱ ناشی از ذره ی ۲ چقدر است؟ در شکل ۱۷-۲۷ ب، ذره ی ۳ با بار $20/0 \mu C$ به گونه ای قرار گرفته است که یک مثلث با ضلع های مساوی ایجاد می شود. (ب) بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ی ۱ ناشی از ذره های ۲ و ۳ چقدر است؟

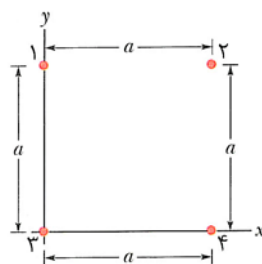


شکل ۲۷-۱۷ مسئله ی ۱۷

۱۸۰۰- GO در شکل ۱۷-۲۸ الف، سه ذره ی باردار مثبت روی محور x ثابت شده اند. ذره های B و C به حدی به یکدیگر نزدیک اند که می توانیم فاصله ی آنها از ذره ی A را یکی بگیریم. نیروی خالص وارد بر ذره ی A از طرف ذره های B و C برابر با $2/014 \times 10^{-12} \text{ N}$ و در جهت منفی محور x است. در شکل ۱۷-۲۹ ب، ذره ی B در طرف مخالف نسبت به A جابه جا شده است ولی هنوز در

می شوند. وقتی که سیم برداشته شود، کره ها یکدیگر را با نیروی الکتروستاتیکی $0/0360 \text{ N}$ می رانند. از بارهای اولیه ی روی کره ها، 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؟

۱۹۰۰- GO در شکل ۱۷-۲۴، چهار ذره مربعی را تشکیل داده اند. بارها عبارت اند از $q_1 = q_4 = Q$ و $q_2 = q_3 = q$. (الف) اگر نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره های 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.

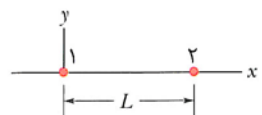


شکل ۲۴-۱۷ مسئله های ۱۰، ۱۱ و ۷۰

۱۱۰۰- ILW در شکل ۱۷-۲۴، بارها عبارت اند از $q_1 = -q_2 = 100 \text{ nC}$ و $q_3 = -q_4 = 200 \text{ nC}$ و فاصله ی بارها $a = 5/0 \text{ cm}$ است. مؤلفه های (الف) x و (ب) y نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ی ۳ چقدر است؟

۱۲۰۰- GO دو ذره روی محور x ثابت شده اند. ذره ی ۱ با بار $40 \mu C$ در $x = -2/0 \text{ cm}$ و ذره ی ۲ با بار Q در $x = 3/0 \text{ cm}$ واقع اند. ذره ی ۳ که بزرگی بار آن $20 \mu C$ است از حالت سکون روی محور y در $y = 2/0 \text{ cm}$ رها می شود. اگر شتاب اولیه ی ذره ی ۳ در جهت مثبت (الف) محور x و (ب) محور y باشد، مقدار Q چقدر است؟

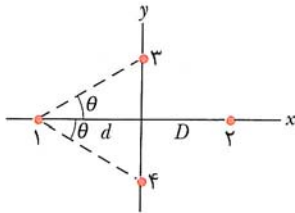
۱۳۰۰- GO در شکل ۱۷-۲۵، ذره ی ۱ با بار $1/0 \mu C$ و ذره ی ۲ با بار $-3/0 \mu C$ به فاصله ی $L = 10/0 \text{ cm}$ روی محور x ثابت شده اند. اگر ذره ی ۳ با بار نامعلوم q_3 به گونه ای قرار داده شود که نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر آن از طرف ذره های ۱ و ۲ صفر باشد، مختصه ی (الف) x و (ب) y ذره ی ۳ باید چقدر باشد؟



شکل ۲۵-۱۷ مسئله های ۱۳، ۱۹، ۳۰، ۵۸ و ۶۷

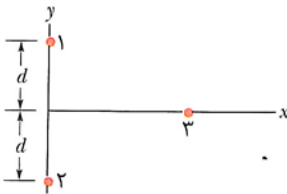
۱۴۰۰- GO سه ذره روی محور x ثابت شده اند. ذره ی ۱ با بار q_1 در $x = -a$ و ذره ی ۲ با بار q_2 در $x = +a$ قرار دارند. نسبت q_1/q_2 باید چقدر باشد تا در هنگامی که ذره ی ۳ با بار $+Q$ در (الف) $x = +0/500a$ و (ب) $x = +1/50a$ قرار دارد، نیروی

۲۲۰۰۰- GO شکل ۱۷-۳۰ آرایشی از چهار ذره باردار را، با زاویه $\theta = 30^\circ$ و فاصله $d = 2.00 \text{ cm}$ نشان می‌دهد. بار ذره ۲ برابر با $q_2 = +8.00 \times 10^{-19} \text{ C}$ 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 ۲۲

۲۳۰۰۰- 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 $d = 7.0 \text{ cm}$ از مبدأ واقع‌اند. ذره ۳ با بار $q_3 = +6.40 \times 10^{-19} \text{ C}$ بتدریج از $x = 0$ تا $x = 5.0 \text{ cm}$ حرکت می‌کند. به ازای چه مقدارهایی از x بزرگی نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره ۳ از طرف دو ذره دیگر (الف) کمینه و (ب) بیشینه است؟ این بزرگی‌های (پ) کمینه و (ت) بیشینه چقدرند؟



شکل ۱۷-۳۱ مسئله ۲۳

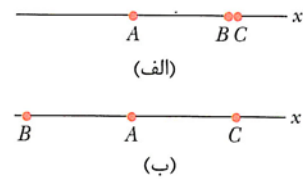
۲۴۰- فاصله‌ی مرکز به مرکز دو قطره آب کروی کوچک با بار یکسان $C = -1.00 \times 10^{-16}$ ، برابر با 1.00 cm است، (الف) بزرگی نیروی الکتروستاتیکی که بین آنها عمل می‌کند چقدر است؟ (ب) چند الکترون اضافی در هر قطره موجب نامتوازنی بار آنها شده است؟

۲۵۰- ILW چند الکترون باید از یک سکه برداشته شود تا بار باقیمانده‌ی آن $C = 1.0 \times 10^{-7}$ شود؟

۲۶۰- اگر فاصله‌ی 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؟

۲۷۰- SSM بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان دو نوع یون مشابه که به فاصله‌ی $5.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ 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).

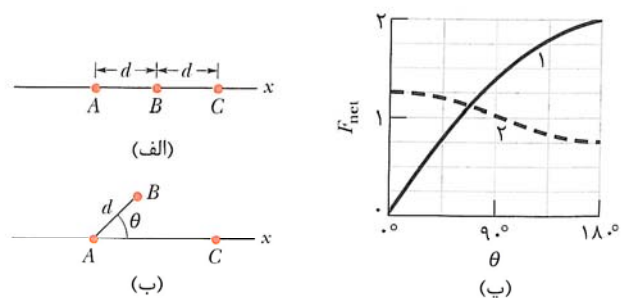
همان فاصله از A است. اکنون نیروی خالص وارد بر A برابر با $2.877 \times 10^{-22} \text{ N}$ و در جهت منفی محور x است. نسبت q_C / q_B چقدر است؟



شکل ۱۷-۲۸ مسئله ۱۸

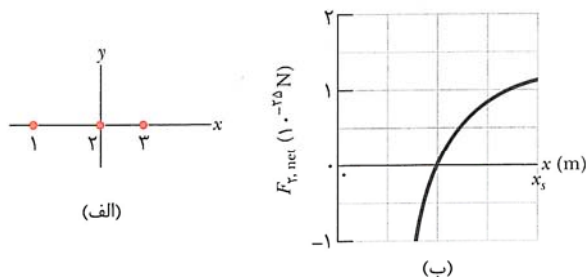
۱۹۰۰- SSM WWW در شکل ۱۷-۲۵، ذره ۱ با بار $+q$ و ذره ۲ با بار $+4.00q$ در فاصله $L = 9.00 \text{ cm}$ روی محور x ثابت شده‌اند. اگر ذره ۳ با بار q_3 به گونه‌ای قرار گیرد که سه ذره به هنگام رها شدن، در جای خود باقی بمانند (الف) مختصه‌ی x و (ب) مختصه‌ی y ذره ۳ و (پ) نسبت q_3 / q باید چقدر باشد؟

۲۰۰۰- شکل ۱۷-۲۹ آرایشی از سه ذره باردار به فاصله‌ی 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 زاویه‌ی θ می‌سازد (شکل ۱۷-۲۹ ب). منحنی‌ها در شکل ۱۷-۲۹ 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 زاویه‌ی θ و برحسب مضربی از مقدار پایه‌ی F_0 نشان داده شده است. مثلاً روی منحنی ۱، در $\theta = 180^\circ$ ، در می‌یابیم که $F_{\text{net}} = 2F_0$ است. (الف) برای وضعیت مربوط به منحنی ۱، نسبت بار ذره C به بار ذره B (همراه با علامت) چقدر است؟ (ب) برای وضعیت مربوط به منحنی ۲، این نسبت چقدر است؟



شکل ۱۷-۲۹ مسئله ۲۰

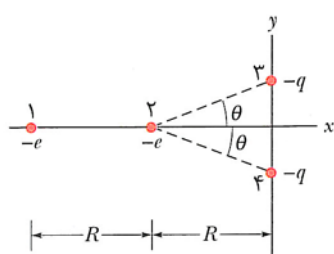
۲۱۰۰۰- یک پوسته‌ی کروی نارسا، با شعاع درونی 4.0 cm و شعاع بیرونی 6.0 cm دارای باری است که به طور یکنواخت در حجم بین سطح‌های درونی و بیرونی آن توزیع شده است. چگالی بار حجمی ρ ، یعنی، بار در واحد حجم دارای یکای کولن بر متر مکعب است. برای این پوسته $\rho = b/r$ ، که در آن r فاصله برحسب متر از مرکز پوسته و $b = 3.0 \mu\text{C}/\text{m}^2$ است. بار خالص موجود در پوسته چقدر است؟



شکل ۱۷-۳۳ مسئله ۳۲

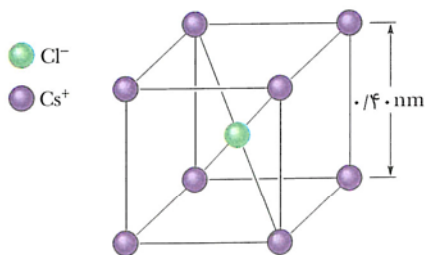
۳۳۰۰- تعداد کولن‌های بار مثبت در 250 cm^3 آب (خشتی) را محاسبه کنید. (راهنمایی: اتم هیدروژن دارای یک پروتون، و اتم اکسیژن دارای ۸ پروتون است).

۳۴۰۰۰- شکل ۱۷-۳۴، الکترون‌های 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.



شکل ۱۷-۳۴ مسئله ۳۴

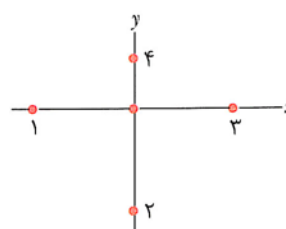
۳۵۰۰۰- SSM در بلورهای نمک سزیم کلراید، یون‌های سزیم Cs^+ ، هشت گوشه‌ای یک مکعب را می‌سازند و یون کلر Cl^- در مرکز آن مکعب قرار دارد (شکل ۱۷-۳۶). طول ضلع مکعب 0.40 nm است. یون‌های Cs^+ هر یک کمبود یک الکترون دارند (و بنابراین، بار هر کدام $+e$ است)، و یون Cl^- یک الکترون اضافی دارد (و بنابراین، بار آن $-e$ 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 (ناقصی) است؛ بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر Cl^- از طرف هفت یون Cs^+ به جای مانده چقدر است؟



شکل ۱۷-۳۵ مسئله ۳۵

۲۸۰- عبور جریان 300 A از قفسه‌ی سینه می‌تواند باعث لرزش عضله‌ی 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 200 min تداوم یابد، چند الکترون رسانشی از قفسه‌ی سینه عبور خواهد کرد؟

۲۹۰۰- GO در شکل ۱۷-۳۲، ذره‌های ۲ و ۴ با بار $-e$ در مکان خود واقع بر محور y ، در $y_2 = -10/5 \text{ cm}$ و $y_4 = 5/5 \text{ cm}$ ثابت شده‌اند. ذره‌های ۱ و ۳ با بار $+e$ می‌توانند در امتداد محور x حرکت کنند. ذره‌ی ۵ با بار $+e$ در مبدأ ثابت شده است. در ابتدا ذره‌ی ۱ در $x_1 = -10/5 \text{ cm}$ و ذره‌ی ۳ در $x_3 = 10/5 \text{ cm}$ قرار دارند. (الف) ذره‌ی ۱ را باید تا چه مقدار x حرکت داد تا جهت



شکل ۱۷-۳۲ مسئله ۲۹

۳۰۰۰- در شکل ۱۷-۲۵، ذره‌های ۱ و ۲ در مکان خود روی محور x به فاصله‌ی $L = 8/5 \text{ cm}$ ثابت شده‌اند. بارهای آنها $q_1 = +e$ و $q_2 = -27e$ است. ذره‌ی ۳ با بار $q_3 = +4e$ روی خط میان ذره‌های ۱ و ۲ قرار داده می‌شود تا آنها نیروی الکتروستاتیکی خالص \vec{F}_{net} را بر آن وارد کنند. (الف) ذره‌ی ۳ باید در چه مختصه‌ای قرار گیرد. تا بزرگی این نیرو کمینه شود؟ (ب) بزرگی کمینه چقدر است؟

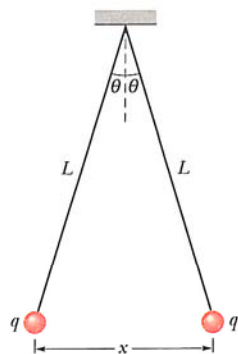
۳۱۰۰- ILW جو زمین به طور دائم با پروتون‌های پرتو کیهانی که برآمده از جایی در فضا هستند بمباران می‌شود. اگر همه‌ی پروتون‌ها از جو بگذرند، به هر متر مربع از سطح زمین به طور متوسط ۱۵۰۰ پروتون در ثانیه برخورد می‌کند. جریان الکتریکی که با کل سطح زمین برخورد می‌کند چقدر است؟

۳۲۰۰- شکل ۱۷-۳۳ الف ذره‌های باردار ۱ و ۲ را که در مکانی روی محور x ثابت شده‌اند نشان می‌دهد. ذره‌ی ۱ دارای باری به بزرگی $|q_1| = 8/5 e$ است. ذره‌ی ۳ با بار $q_3 = +8/5 e$ در ابتدا روی محور x در نزدیکی ذره‌ی ۲ واقع است. حال ذره‌ی ۳ را بتدریج در سوی مثبت محور x حرکت می‌دهیم. در نتیجه، بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص \vec{F}_{net} وارد بر ذره‌ی ۲ از طرف ذره‌های ۱ و ۳ تغییر می‌کند. شکل ۱۷-۳۳ ب مؤلفه‌ی x نیروی خالص را برحسب تابعی از مکان x ذره‌ی ۳ نشان می‌دهد. مقیاس محور x با $x_s = 0.80 \text{ m}$ مشخص شده است. نمودار وقتی $x \rightarrow \infty$ دارای یک مجانب $F_{\text{net}} = 1/5 \times 10^{-10} \text{ N}$ است. بزرگی بار ذره‌ی ۲ برحسب مضربی از e ، و علامت آن چیست؟

۴۲- در شکل ۱۷-۳۸، دو گوی رسانای کوچک با جرم یکسان m و بار یکسان q از نخ‌هایی نارسانا 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

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

فاصله‌ی 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؟



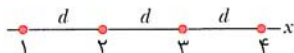
شکل ۱۷-۳۸ مسئله‌های ۴۲ و ۴۳

۴۳- (الف) اگر یکی از گوی‌های مسئله‌ی ۴۲ تخلیه شود (مثلاً بار q خود را به زمین بدهد) توضیح دهید که برای گوی‌ها چه رخ می‌دهد. (ب) فاصله‌ی تعادل جدید x را با استفاده از مقدارهای داده شده‌ی L و m و مقدار محاسبه شده‌ی $|q|$ به دست آورید.

۴۴- SSM فاصله‌ی 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؟

۴۵- چند مگاکولن بار مثبت در $1/100$ مول گاز هیدروژن-مولکولی (H_2) وجود دارد؟

۴۶- در شکل ۱۷-۳۹، چهار ذره روی محور x ثابت شده‌اند و به فاصله‌ی $d = 2.00 \text{ cm}$ از یکدیگر قرار دارند. بارها عبارت‌اند از: $q_1 = +2e$ ، $q_2 = -e$ ، $q_3 = +e$ و $q_4 = +4e$ ، با $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$. برحسب نمادگذاری بردار یکه، نیروی الکتروستاتیک خالص وارد بر (الف) ذره‌ی ۱ و (ب) ذره‌ی ۲، از طرف ذره‌های دیگر چقدر است؟



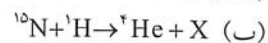
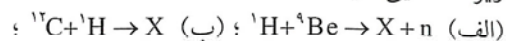
شکل ۱۷-۳۹ مسئله‌ی ۴۶

۴۷- GO بارهای نقطه‌ای $+6.0 \mu\text{C}$ و $-4.0 \mu\text{C}$ روی محور x ، به ترتیب در $x = 8.0 \text{ m}$ و $x = 16 \text{ m}$ ثابت شده‌اند. چه باری باید در $x = 24 \text{ m}$ قرار داده شود تا به هر باری که در مبدأ قرار گیرد هیچ نیروی الکتروستاتیکی وارد نشود؟

بخش ۱۷-۶ بار الکتریکی پایسته است

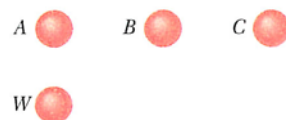
۳۶۰- الکترون‌ها و پوزیترون‌ها توسط تبدیل‌های هسته‌ای پروتون‌ها و نوترون‌ها که به نام واپاشی بتا شناخته شده‌اند، ایجاد می‌شوند. (الف) اگر یک پروتون به یک نوترون تبدیل شود، آیا یک الکترون یا یک پوزیترون ایجاد می‌شود؟ (ب) اگر یک نوترون به یک پروتون تبدیل شود، آیا یک الکترون یا یک پوزیترون ایجاد می‌شود؟

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



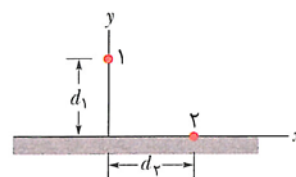
مسئله‌های اضافی

۳۸- GO شکل ۱۷-۳۶ چهار کره‌ی رسانای مشابه را نشان می‌دهد که در فاصله‌ای از یکدیگر قرار گرفته‌اند. کره‌ی W (با بار اولیه‌ی صفر) با کره‌ی A تماس داده شده و سپس از آن جدا می‌شود. پس از آن، کره‌ی W با کره‌ی B (با بار اولیه $-32e$) تماس داده شده و سپس از آن جدا می‌شود. سرانجام، کره‌ی W با کره‌ی C (با بار اولیه‌ی $+48e$) تماس داده شده و از آن جدا می‌شود. بار نهایی روی کره‌ی W برابر $+18e$ است. بار اولیه‌ی روی کره‌ی A چقدر بوده است؟



شکل ۱۷-۳۶ مسئله‌ی ۱۲۳۸

۳۹- SSM در شکل ۱۷-۳۷، ذره‌ی ۱ با بار $+4e$ در فاصله‌ی $d_1 = 2.00 \text{ mm}$ بالای کف، و ذره‌ی ۲ با بار $+6e$ روی آن کف به فاصله‌ی افقی $d_2 = 6.00 \text{ mm}$ از ذره‌ی ۱ قرار دارد. مؤلفه‌ی x نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره‌ی ۲ از طرف ذره‌ی ۱ چقدر است؟



شکل ۱۷-۳۷ مسئله‌ی ۳۹

۴۰- در شکل ۱۷-۲۲، ذره‌های ۱ و ۲ در مکان خود ثابت شده‌اند، ولی ذره‌ی ۳ می‌تواند آزادانه حرکت کند. اگر نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره‌ی ۳ از طرف ذره‌های ۱ و ۲ برابر صفر و $L_{23} = 2/50 L_{12}$ باشد، نسبت q_1/q_2 چقدر است؟

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

با مقدار $4/00 \mu C/m^2$ و (ب) نایکناخت باشد، با مقداری که با رابطه $\rho = bx^2$ داده می‌شود که در آن $b = -2/00 \mu C/m^5$ است، چه مقدار الکترون اضافی روی میله قرار دارد؟

۵۲- ذره‌ای با بار Q در مبدأ دستگاه مختصات ثابت شده است. در $t=0$ ، ذره‌ای ($m=0/800g$ و $q=4/00 \mu C$) که در $x=20/0 cm$ روی محور x واقع است، با تندی $50/0 m/s$ در جهت مثبت x حرکت می‌کند. به ازای چه مقداری از Q ذره متحرک، حرکت دایره‌ای انجام می‌دهد؟ (از نیروی گرانشی وارد بر ذره چشمپوشی کنید).

۵۳- بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان دو بار نقطه‌ای $1/00 C$ به فاصله (الف) $1/00 m$ و (ب) $1/00 km$ چقدر می‌شد اگر چنین بارهای نقطه‌ای وجود داشتند (که ندارند) و اگر چنین پیکربندی وجود می‌داشت؟

۵۴- بار $6/0 \mu C$ به دو بخش تقسیم شده و سپس به فاصله $3/0 mm$ از یکدیگر قرار داده شده‌اند. بیشینه مقدار ممکن نیروی الکتروستاتیکی میان این دو بخش چقدر است؟

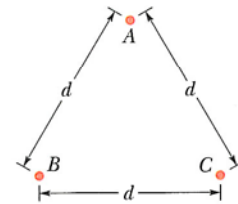
۵۵- از بار Q روی یک کره‌ی کوچک، کسر α به کره‌ی دومی در نزدیکی آن منتقل شده است. کره‌ها را می‌توان به صورت ذره در نظر گرفت. (الف) چه مقداری از α بزرگی F نیروی الکتروستاتیکی میان دو کره را بیشینه می‌کند؟ مقدارهای (ب) کمتر و (پ) بیشتر α که به ازای آنها F نصف مقدار بیشینه می‌شود، چقدر است؟

۵۶- اگر گربه‌ای در یک روز خشک، چند بار خود را به شلوار کتان شما بمالد، انتقال بار میان موهای گربه و کتان می‌تواند بار اضافی $2/00 \mu C$ را روی شما بر جای گذارد. (الف) چه تعداد الکترون میان شما و گربه 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 بروید، ممکن است هنگامی که انگشتان خود را نزدیک شیر آب می‌برید، به طور ناگهانی یک جرقه‌ی 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 جرقه‌ی 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؟

۵۷- می‌دانیم که بار منفی الکترون و بار مثبت پروتون برابرند. با این حال، فرض کنید مقدار آنها به اندازه $0/000010\%$ با یکدیگر تفاوت داشته باشد. دو سکه‌ی مسی که به فاصله $1/0 m$ از هم قرار دارند، با چه نیرویی یکدیگر را می‌رانند؟ فرض کنید هر سکه شامل 3×10^{22} اتم مس باشد. (راهنمایی: اتم مس خنثی دارای ۲۹

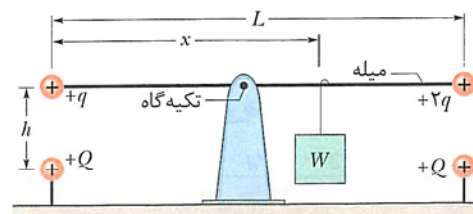
۴۸- در شکل ۱۷-۴۰، سه کره‌ی رسانای مشابه یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع $d=20/0 cm$ را تشکیل داده‌اند. شعاع‌های کره‌ها بسیار کوچکتر از d است و بار کره‌ها عبارت‌اند از: $q_A = -2/00 nC$ ، $q_B = -4/00 nC$ و $q_C = +8/00 nC$. (الف) بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان کره‌های A و C چقدر است؟ مرحله‌های زیر را در نظر بگیرید: A و B توسط سیم نازکی به هم متصل شده و سپس اتصال برداشته می‌شود؛ B توسط سیمی به زمین متصل شده و سپس اتصال برداشته می‌شود؛ C توسط سیمی به یکدیگر متصل می‌شوند و سپس اتصال قطع می‌شود. اکنون بزرگی‌های نیروی الکتروستاتیکی (ب) میان کره‌های A و C ، و (پ) میان کره‌های B و C چقدر است؟



شکل ۱۷-۴۰ مسئله‌ی ۴۸

۴۹- هر نوترون شامل یک کوارک «بالا» با بار $2e/3$ و دو کوارک «پایین» هر یک با بار $e/3$ است. اگر فرض کنیم فاصله‌ی کوارک‌های پایین در داخل نوترون برابر با $2/6 \times 10^{-15} m$ باشد، بزرگی نیروی الکتروستاتیکی میان آنها چقدر است؟

۵۰- شکل ۱۷-۴۱ 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 فاصله‌ی h مستقیماً زیر هر یک از این کره‌ها، کره‌ای با بار مثبت Q قرار دارد. (الف) هنگامی که میله افقی و موازنه کرده است، فاصله‌ی 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 ۱۷-۴۱ مسئله‌ی ۵۰

۵۱- میله‌ی 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 باشد،

۶۳- دو بار نقطه‌ای 3.0 nC و -4.0 nC 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 اولیه‌ی ذره 100 km/s^2 باشد، جرم ذره چقدر است؟

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

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

۶۶- الکترونی در نزدیکی سطح زمین در خلأ است و در $y = 0$ روی محور قائم y 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؟

۶۷- SSM در شکل ۱۷-۲۵، ذره‌ی ۱ با بار $5.00 q$ و ذره‌ی ۲ با بار $2.00 q$ در فاصله‌ی L روی محور x ثابت شده‌اند. اگر ذره‌ی 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، مختصه‌ی (الف) x و (ب) y ذره‌ی ۳ چه باید باشد؟

۶۸- دو دانشجوی مهندسی، یکی به جرم 90 kg و دیگری به جرم 45 kg به فاصله‌ی 3.0 m از یکدیگر قرار دارند. فرض کنید هر یک به اندازه‌ی 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 کره‌ی آب که همان جرم دانشجورا داشته باشد، مرتبه‌ی بزرگی نیروی جاذبه‌ی الکتروستاتیکی میان آنها را بیابید.

۶۹- در واپاشی پرتوزای معادله‌ی ۱۷-۱۳، یک هسته ^{238}U به ^{234}Th و یک ^4He خارج شده تبدیل می‌شود. (اینها هسته‌اند نه اتم، در نتیجه الکترون‌ها وارد نشده‌اند.) وقتی فاصله‌ی میان ^{234}Th و ^4He برابر $9.0 \times 10^{-15} \text{ m}$ است، بزرگی‌های (الف) نیروی الکتروستاتیکی میان آنها و (ب) شتاب ذره‌ی ^4He چقدر است؟

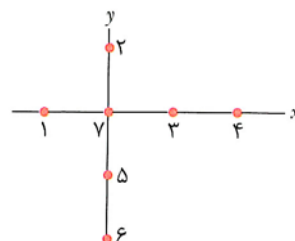
۷۰- در شکل ۱۷-۲۴، چهار ذره یک مربع تشکیل داده‌اند. بارها عبارت‌اند از: $q_1 = +Q$ ، $q_2 = q_3 = q$ ، و $q_4 = -2.00 Q$. اگر نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره ۱ برابر صفر باشد، نسبت q/Q چقدر است؟

پروتون و 29 الکترون است.) چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۵۸- در شکل ۱۷-۲۵، ذره‌ی ۱ با بار $-8.00 \mu\text{C}$ و ذره‌ی ۲ با بار $+4.00 \mu\text{C}$ روی محور x به فاصله‌ی $L = 20.0 \text{ cm}$ ثابت شده‌اند. در صورتی که ذره‌ی ۳ (الف) در $x = 40.0 \text{ cm}$ و (ب) در $x = 80.0 \text{ cm}$ واقع شده باشد، نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر آن برحسب بردار یکه چیست؟ اگر نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره‌ی ۳ از طرف ذره‌های ۱ و ۲ برابر با صفر باشد، مختصه‌ی (پ) x و (ت) y ذره‌ی ۳ باید چقدر باشد؟

۵۹- بار کل 75.0 kg الکترون برحسب کولن چقدر است؟

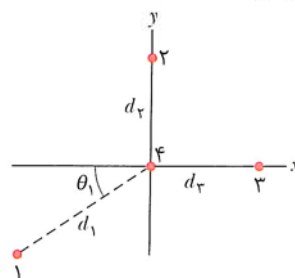
۶۰- چنان‌که در شکل ۱۷-۴۲ دیده می‌شود، شش ذره‌ی باردار، ذره‌ی ۷ را که به فاصله‌های شعاعی d یا $d = 1.0 \text{ cm}$ از آنها قرار دارد احاطه کرده‌اند. بارها عبارت‌اند از: $q_1 = +2e$ ، $q_2 = +4e$ ، $q_3 = +e$ ، $q_4 = +4e$ ، $q_5 = +2e$ ، $q_6 = +8e$ ، $q_7 = +6e$ ، با $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$. بزرگی نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره‌ی ۷ چقدر است؟



شکل ۱۷-۴۲ مسئله ۶۰

۶۱- سه ذره‌ی باردار تشکیل یک مثلث می‌دهند: ذره‌ی ۱ با بار $Q_1 = 8.00 \text{ nC}$ در مختصات xy (۰، ۳.۰۰ mm)، ذره‌ی ۲ با بار Q_2 در (۰، -۳.۰۰ mm)، و ذره‌ی ۳ با بار $q = 18.0 \text{ nC}$ در (۴.۰۰ mm، ۰). برحسب نمادگذاری بردار یکه، نیروی الکتروستاتیکی وارد بر ذره‌ی ۳ از طرف دو ذره‌ی دیگر چقدر است، در صورتی که Q_2 برابر با (الف) 8.00 nC و (ب) -8.00 nC باشد؟

۶۲- در شکل ۱۷-۴۳، (الف) بزرگی و (ب) جهت نیروی الکتروستاتیکی خالص وارد بر ذره‌ی ۴ از طرف سه ذره‌ی دیگر چیست؟ هر چهار ذره در صفحه‌ی xy ثابت شده‌اند، و $q_1 = -3.20 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، $q_2 = +3.20 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، $q_3 = +6.40 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، $d_1 = 3.00 \text{ cm}$ ، $\theta_1 = 35.0^\circ$ ، $q_4 = +3.20 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، $d_4 = d_3 = 2.00 \text{ cm}$.



شکل ۱۷-۴۳ مسئله ۶۲