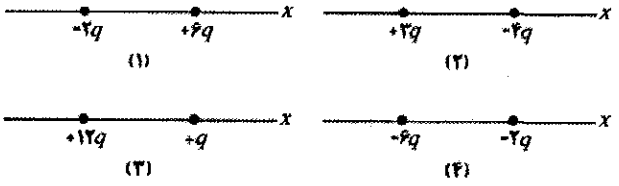
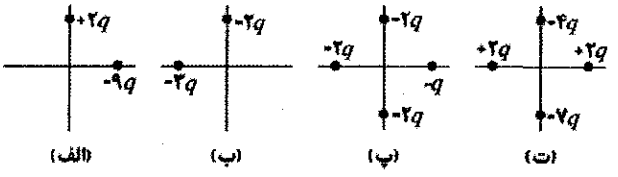
پرسشها

۱- شکل ۲۰-۲۱، چهار زوج ذرهٔ باردار را نشان می‌دهد. برای هر زوج فرض کنید در بینهایت $V=0$ است و V_{net} را برای نقطه‌های روی محور x در نظر بگیرید. برای کدام زوج، نقطه‌ای وجود دارد که در آن (الف) میان ذره‌ها و (ب) سمت راست ذره‌ها $V_{net}=0$ است؟ (پ) آیا در چنین نقطه‌ای $\vec{E}_{net}$ ناشی از ذره‌ها برابر با صفر است؟ (ت) برای کدام زوج، نقطه‌های خارج از محوری (غیر از بینهایت) وجود دارد که در آنجا $V_{net}=0$ است؟



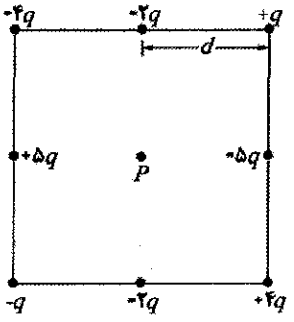
شکل ۲۰-۲۱ پرسشهای ۱ و ۷

۲- شکل ۲۰-۲۲، چهار آرایش از ذره‌های باردار را نشان می‌دهد. همهٔ آنها به فاصلهٔ یکسانی از مبدأ واقع‌اند. این وضعیتها را بنا بر پتانسیل الکتریکی خالص در مبدأ به گونه‌ای مرتب کنید که مثبت‌ترین در ابتدا باشد. فرض کنید پتانسیل در بینهایت برابر با صفر است.



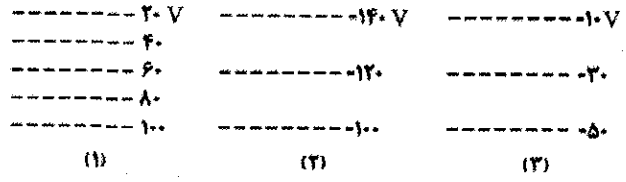
شکل ۲۰-۲۲ پرسش ۲

۳- در شکل ۲۰-۲۳، هشت ذره تشکیل مربعی را داده‌اند که فاصلهٔ بین ذره‌های مجاور آن برابر با d است. اگر پتانسیل الکتریکی در بینهایت صفر باشد، پتانسیل الکتریکی در نقطهٔ P واقع در مرکز مربع چقدر است؟



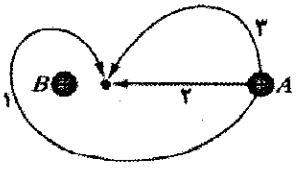
شکل ۲۰-۲۳ پرسش ۳

۴- شکل ۲۰-۲۴، سه دسته سطح مقطع از سطحهای هم پتانسیل را نشان می‌دهد؛ هر سه دسته، ناحیه‌ای با اندازهٔ یکسان را فشرده‌اند. (الف) این آرایشها را بنا بر بزرگی میدان الکتریکی موجود در آن ناحیه به گونه‌ای مرتب کنید که بیشترین در ابتدا باشد. (ب) در کدامیک، جهت میدان الکتریکی به طرف پایین صفحه است؟



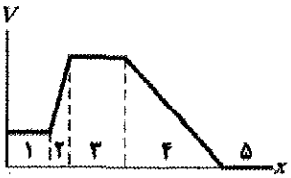
شکل ۲۰-۲۴ پرسش ۴

۵- شکل ۲۰-۲۵، سه مسیر را نشان می‌دهد که از طریق آنها می‌توانیم کرهٔ باردار مثبت A را به کرهٔ باردار مثبت B، که در جای خود ثابت شده است، نزدیکتر کنیم. (الف) آیا کرهٔ A به پتانسیل الکتریکی بالاتری حرکت می‌کند یا پایینتر؟ آیا کار انجام شده توسط (ب) نیروی ما و (پ) میدان الکتریکی ناشی از بار B، مثبت است یا منفی یا صفر است؟ (ت) این مسیرها را بنا بر کاری که نیروی ما انجام می‌دهد از بیشترین تا کمترین مرتب کنید.



شکل ۲۰-۲۵ پرسش ۵

۶- شکل ۲۰-۲۶ انرژی پتانسیل الکتریکی V را برحسب تابعی از x به دست می‌دهد. (الف) پنج ناحیهٔ نشان داده شده را بنا بر بزرگی مؤلفهٔ x میدان الکتریکی داخل آنها به گونه‌ای مرتب کنید که بیشترین در ابتدا باشد. جهت میدان در راستای محور x در (ب) ناحیهٔ ۲ و (پ) ناحیهٔ ۴ چگونه است؟

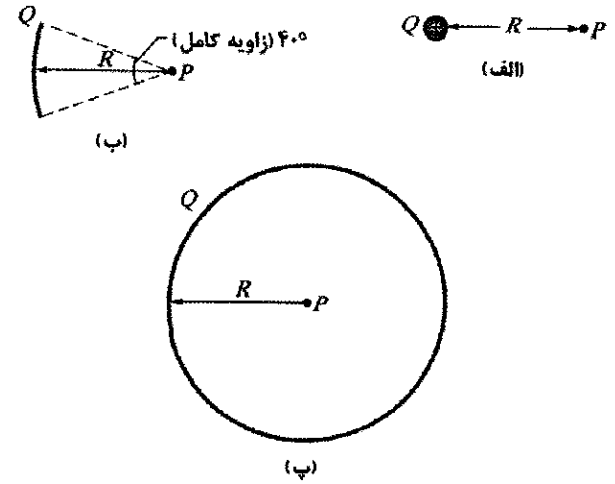


شکل ۲۰-۲۶ پرسش ۶

۷- شکل ۲۰-۲۱، چهار زوج ذرهٔ باردار را با فاصله‌های یکسان نشان می‌دهد. (الف) این زوجها را بنا بر انرژی پتانسیل الکتریکی آنها به گونه‌ای مرتب کنید که بیشترین (مثبت‌ترین) در ابتدا باشد. (ب) برای هر زوج، اگر فاصلهٔ میان ذره‌ها افزایش یابد، آیا انرژی پتانسیل آن زوج افزایش می‌یابد یا کاهش؟

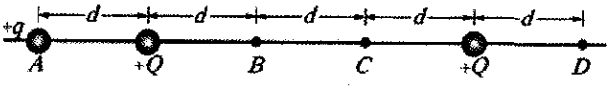
۸- (الف) در شکل ۲۰-۲۷ الف، پتانسیل ناشی از بار Q در نقطهٔ P به فاصلهٔ R از آن، چقدر است؟ فرض کنید در بینهایت $V=0$. (ب) در شکل ۲۰-۲۷ ب، همان بار Q به طور یکنواخت روی کمانی دایره‌ای به شعاع R و زاویهٔ مرکزی $40°$، پخش شده است. پتانسیل در نقطهٔ P واقع در مرکز خمیدگی کمان چقدر است؟ (پ) در شکل ۲۰-۲۷ پ، همان بار Q به طور یکنواخت روی دایره‌ای به شعاع R پخش شده است. پتانسیل در نقطهٔ P واقع در مرکز دایره چقدر است؟ (ت) این سه وضعیت را بنابر بزرگی میدان الکتریکی ایجاد شده در P به گونه‌ای مرتب کنید که بیشترین در ابتدا باشد.

www.iran-mavad.com مرجع دانشجویان و مهندسین مواد



شکل ۲۰-۲۷ پرسش ۸

۹- شکل ۲۰-۲۸ دستگاهی شامل سه ذرهٔ باردار را نشان می‌دهد. اگر ذرهٔ با بار $q+$ را از نقطهٔ A به نقطهٔ D حرکت دهیم، آیا کمیتهای زیر مثبت‌اند، منفی‌اند، یا صفراند: (الف) تغییر در انرژی پتانسیل دستگاه سه ذره‌ای، (ب) کار انجام شده توسط نیروی الکتروستاتیکی روی ذره‌ای که حرکت داده‌ایم، و (پ) کار انجام شده توسط نیروی ما؟ (ت) اگر به جای این کار، ذره را از B تا C حرکت دهیم، پاسخهای (الف) تا (پ) چه خواهند بود؟



شکل ۲۰-۲۸ پرسشهای ۹ و ۱۰

۱۰- در وضعیت پرسش ۹، آیا کار انجام شده توسط نیروی ما مثبت است یا منفی، یا صفر است، در صورتی که ذره (الف) از A به B، (ب) از A به C، و (پ) از B به D، حرکت داده شود؟ (ت) این حرکتها را بنابر بزرگی کار انجام شده توسط نیرویی که وارد کرده‌ایم به گونه‌ای مرتب کنید که بیشترین در ابتدا باشد.

مسئله‌ها

مسئله‌های آموزشی قابل دسترس (در نسخهٔ 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 درجهٔ دشوار بودن سطح مسئله را نشان می‌دهد.

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

بخش ۲۰-۳ پتانسیل الکتریکی

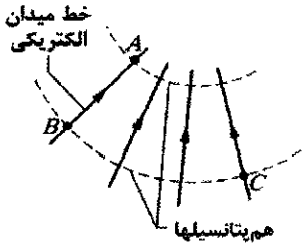
●۱- بیشتر مواد سازندهٔ حلقه‌های زحل به شکل دانه‌های غبار ریزی با شعاعی از مرتبهٔ $10^{-6}\,m$ هستند. این دانه‌ها در ناحیه‌ای که شامل گاز یونیدهٔ رقیقی است قرار گرفته‌اند، و الکترونهای اضافی را جذب می‌کنند. به طور تقریبی، فرض کنید هر دانه، کره‌ای به شعاع $R=1.0\times10^{-6}\,m$ است. هر دانه چه تعداد الکترون را باید جذب کند تا پتانسیل روی سطح آن (با فرض آنکه در بینهایت $V=0$ است) برابر با $-400\,V$ شود؟

●۲- اختلاف پتانسیل الکتریکی میان زمین و ابر در یک توفان تندری خاص، $1.2\times10^{9}\,V$ است. بزرگی تغییر در انرژی پتانسیل الکتریکی الکترونی که میان زمین و این ابر حرکت می‌کند، برحسب یکای الکترون - ولت چقدر است؟

●۳- باتری ۱۲V اتومبیل می‌تواند از طریق یک مدار، بار کل (آمپر- ساعت) ۸۴A.h را از پایانه‌ای به پایانهٔ دیگر بفرستد. (الف) این بار معادل چند کولن است؟ (*راهنمایی:* معادلهٔ ۱۷-۳ را ببینید.) (ب) اگر تمام این بار باعث تغییر اختلاف پتانسیل ۱۲V شود، این چه مقدار انرژی دربر دارد؟ SSM

بخش ۲۰-۵ محاسبهٔ پتانسیل از روی میدان

●۴- وقتی یک الکترون در امتداد خط میدان شکل ۲۰-۲۹ از A به B حرکت کند، میدان الکتریکی، کاری به اندازهٔ $3.94\times10^{-19}\,J$ روی آن انجام می‌دهد. اختلاف پتانسیلهای الکتریکی (الف) V_B-V_A، (ب) V_C-V_A و (پ) V_C-V_B چقدرند؟



شکل ۲۰-۲۹ مسئلهٔ ۴

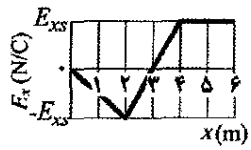
●۵- یک ورقهٔ نارسانای نامتناهی دارای باری با چگالی سطحی $\sigma=0.10\,\mu C/m^2$ روی یک طرف خود است. سطحهای هم پتانسیلی که اختلاف پتانسیل آنها ۵۰V است، در چه فاصله‌ای از یکدیگر قرار دارند؟ SSM

●۶- دو صفحهٔ رسانای موازی و بزرگ که ۱۲cm از هم فاصله دارند، دارای بارهایی با بزرگی یکسان و علامت مخالف روی سطحهای مقابل اند. نیروی الکتروستاتیکی به بزرگی $3.9\times10^{-15}\,N$ بر الکترونی که در نقطه‌ای میان این دو صفحه قرار دارد، وارد می‌شود. (از اثر لبه‌ها چشمپوشی کنید). (الف) میدان الکتریکی را در مکان الکترون پیدا کنید. (ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها چقدر است؟

www.iran-mayad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

●●۷- یک ورقهٔ نارسانای نامتناهی دارای چگالی بار سطحی $\sigma=+۵/۸۰\,pC/m^۲$ است. (الف) اگر ذره‌ای به بار $q=+۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C$ از روی ورقه به نقطهٔ P به فاصلهٔ $d=۳/۵۶\,cm$ از ورقه حرکت کند، میدان الکتریکی ناشی از ورقه چقدر کار انجام داده است؟ (ب) اگر پتانسیل الکتریکی V روی ورقه صفر گرفته شود، مقدار V در نقطهٔ P چقدر است؟

●●۸- نمودار مؤلفهٔ x میدان الکتریکی برحسب تابعی از x در ناحیه‌ای از فضا، در شکل ۲۰-۳۰ نشان داده شده است. مقیاس محور قائم با $E_{xs}=۲۰/۰\,N/C$ مشخص شده است در این ناحیه، مؤلفه‌های y و z میدان الکتریکی برابر صفرند. اگر پتانسیل الکتریکی در مبدأ $۱۰\,V$ باشد، (الف) پتانسیل الکتریکی در $x=۲/۰\,m$ چقدر است؟ (ب) بزرگترین مقدار مثبت پتانسیل الکتریکی برای نقطه‌هایی روی محور x در گسترهٔ $۰\le x\le ۶/۰\,m$ چقدر است؟ و (پ) به ازای چه مقداری از x، پتانسیل الکتریکی برابر با صفر است؟



شکل ۲۰- ۳۰ مسئلهٔ ۶

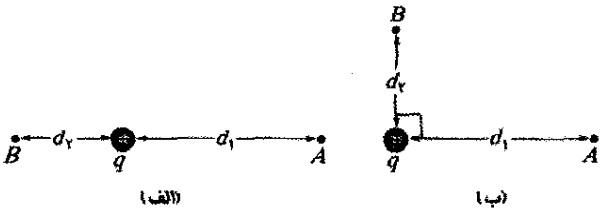
●●۹- میدان الکتریکی در ناحیه‌ای از فضا دارای مؤلفه‌های $E_y=E_z=۰$ و $E_x=(۴۰۰\,N/C)x$ است. نقطهٔ A روی محور y در $y=۳/۰۰\,m$، و نقطهٔ B روی محور x در $x=۴/۰۰\,m$ واقع‌اند. اختلاف پتانسیل V_B-V_A چقدر است؟

●●●۱۰- دو صفحهٔ نارسانای نامتناهی و باردار یکنواخت موازی صفحهٔ yz و در مکانهای $x=-۵۰\,cm$ و $x=+۵۰\,cm$ قرار گرفته‌اند. چگالیهای بار روی صفحه‌ها به ترتیب $-۵۰\,nC/m^۲$ و $+۲۵\,nC/m^۲$ است. بزرگی اختلاف پتانسیل میان مبدأ و نقطه‌ای روی محور x در $x=+۸۰\,cm$ چقدر است؟ (*راهنمایی:* از قانون گاوس استفاده کنید؛)

●●●۱۱- روی کرهٔ نارسانایی به شعاع $R=۲/۳۱\,cm$، بار $q=+۳/۵۰\,fC$ به طور یکنواخت توزیع شده است. پتانسیل الکتریکی را در مرکز کره $V_۰=۰$ اختیار کنید. پتانسیل V در فاصلهٔ شعاعی (الف) $r=۱/۴۵\,cm$ و (ب) $r=R$ چقدر است؟ (*راهنمایی:* بخش ۱۹-۹ را ببینید.)

بخش ۲۰-۷ پتانسیل ناشی از دسته‌ای بار نقطه‌ای

●۱۲- بار نقطه‌ای $q=۱/۰\,\mu C$، نقطهٔ A به فاصلهٔ $d_۱=۲/۰\,m$، و نقطهٔ B به فاصلهٔ $d_۲=۱/۰\,m$ از q را در نظر بگیرید. (الف) اگر همان‌طور که در شکل ۲۰-۳۱ الف نشان داده شده است، A و B به طور قطری در برابر یکدیگر قرار گرفته باشند، اختلاف پتانسیل الکتریکی V_A-V_B چقدر است؟ (ب) اگر A و B مطابق شکل ۲۰-۳۱ ب قرار گرفته باشند، این اختلاف پتانسیل الکتریکی چقدر است؟

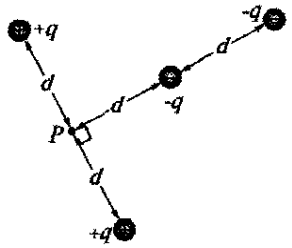


شکل ۲۰-۳۱ مسئلهٔ ۱۲

●۱۳- (الف) بار و (ب) چگالی بار روی سطح یک کرهٔ رسانا به شعاع $۰/۱۵\,m$ که پتانسیل آن $۲۰۰\,V$ است ($V=۰$ در بینهایت)، چقدر است؟

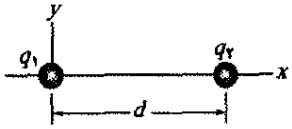
●۱۴- وقتی یک شاتل فضایی در گاز یونیدهٔ رقیق جو زمین حرکت می‌کند، پتانسیل آن در حین یک دور گردش نوعاً به اندازهٔ $-۱/۰\,V$ تغییر می‌کند. با فرض اینکه شاتل کره‌ای به شعاع $۱۰\,m$ باشد، مقدار باری را که روی آن جمع می‌شود، تخمین بزنید.

●●۱۵- در شکل ۲۰-۳۲، پتانسیل الکتریکی خالص ناشی از چهار بار در نقطهٔ P چقدر است، در صورتی که در بینهایت $V=۰$ باشد و داشته باشیم $q=۵/۰۰\,fC$ و $d=۴/۰۰\,cm$.



شکل ۲۰-۳۲ مسئلهٔ ۱۵

●●۱۶- در شکل ۲۰-۳۳، دو ذره به بارهای $q_۱$ و $q_۲$، به فاصلهٔ d از هم قرار گرفته‌اند. میدان الکتریکی خالص ناشی از این دو ذره در $x=d/۴$ برابر صفر است. به ازای $V=۰$ در بینهایت، (بر حسب d) نقطه‌ای را روی محور x (غیر از بینهایت) بیابید که در آن پتانسیل الکتریکی ناشی از این دو بار صفر باشد.



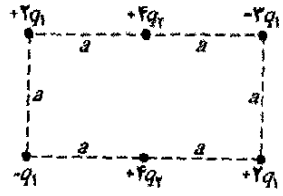
شکل ۲۰-۳۳ مسئله‌های ۱۶، ۱۷ و ۹۱

●●۱۷- در شکل ۲۰-۳۳، ذره‌هایی با بار $q_۱=+۵e$ و $q_۲=-۱۵e$ به فاصلهٔ $d=۲۴/۰\,cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. به ازای $V=۰$ در بینهایت، مقدارهای متناهی (الف) مثبت و (ب) منفی x که در آن پتانسیل الکتریکی خالص روی محور x صفر است، کدام‌اند؟

●●۱۸ شکل ۲۰-۳۴ آرایه‌ای مستطیلی از ذره‌های بارداری را نشان می‌دهد که در مکانهای خود، به فاصلهٔ $a=۳۹/۰\,cm$، ثابت شده‌اند. بارهای نشان داده شده در شکل مضربهای درستی

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

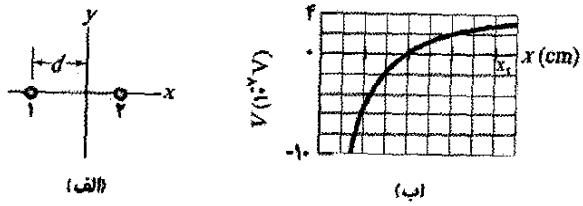
از $q_1 = 3/40\ pC$ و $q_2 = 6/00\ pC$ هستند. به ازای $V = 0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی خالص در مرکز مستطیل چقدر است؟ (*راهنمایی:* یک بررسی ذهنی می‌تواند از محاسبه‌ها بکاهد.)



شکل ۲۰-۳۴ مسئلهٔ ۱۸

●●۱۹- یک قطرهٔ کروی آب که حامل بار $30\ pC$ است دارای پتانسیل $500\ V$ (به ازای $V = 0$ در بینهایت) روی سطح خود است. (الف) شعاع قطره چقدر است؟ (ب) اگر دو قطره با همین بار و شعاع، قطرهٔ کروی واحدی را تشکیل دهند، پتانسیل روی سطح این قطرهٔ جدید چقدر است؟ ILW SSM

●●۲۰- دو ذرهٔ باردار در شکل ۲۰-۳۵ الف نشان داده شده‌اند. ذرهٔ ۱، با بار q_1، در مکان خود به فاصلهٔ d از مبدأ ثابت شده است. ذرهٔ ۲، با بار q_2، می‌تواند روی محور x حرکت کند. شکل ۲۰-۳۵ ب، پتانسیل الکتریکی خالص V ناشی از این دو ذرهٔ باردار را در مبدأ، برحسب تابعی از مختصهٔ x ذرهٔ ۲ نشان می‌دهد. مقیاس محور x با $x_s = 16/0\ cm$ مشخص شده است. منحنی دارای مجانب $V = 5/76 \times 10^{-7}\ V$ در $x \to \infty$ است. q_2 برحسب e چقدر است؟

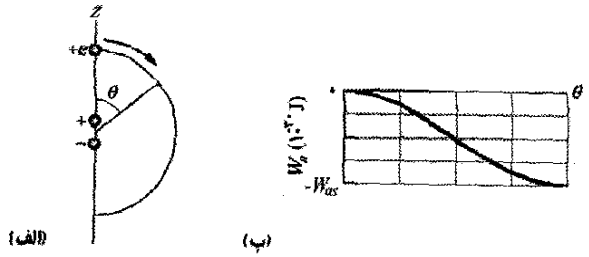


شکل ۲۰-۳۵ مسئلهٔ ۲۰

بخش ۲۰-۸ پتانسیل ناشی از دوقطبی الکتریکی

●۲۱- مولکول آمونیاک NH_3 دارای گشتاور دو قطبی الکتریکی دائمی برابر با $1/47\ D$ است، که در آن $1\ D = 3/34 \times 10^{-30}\ C.m$ یکای دبای است. پتانسیل الکتریکی ناشی از یک مولکول آمونیاک را در نقطه‌ای به فاصلهٔ $52/0\ nm$ روی محور دوقطبی محاسبه کنید (در بینهایت $V = 0$). ILW

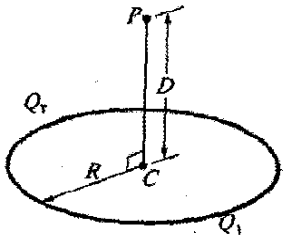
●●۲۲- در شکل ۲۰-۳۶ الف، ذره‌ای با بار $+e$ در ابتدا در مختصهٔ $z = 20\ nm$ روی محور یک دوقطبی الکتریکی و در طرف مثبت آن قرار دارد. (مبداء z در مرکز دوقطبی است.) سپس ذره روی مسیری دایره‌ای به مرکز دوقطبی حرکت می‌کند تا اینکه به مختصهٔ $z = -20\ nm$ می‌رسد. شکل ۲۰-۳۶ ب، کار W_a انجام شده توسط نیرویی که ذره را حرکت می‌دهد برحسب زاویهٔ θ که مکان ذره را مشخص می‌کند، نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $W_{as} = 4/0 \times 10^{-20}\ J$ مشخص شده است بزرگی گشتاور دوقطبی چقدر است؟



شکل ۲۰-۳۶ مسئلهٔ ۲۲

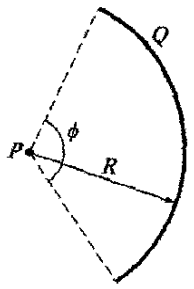
بخش ۲۰-۹ پتانسیل ناشی از توزیع بار پیوسته

●۲۳- یک میلهٔ پلاستیکی به شکل دایره‌ای به شعاع $R = 8/20\ cm$ درآمده است. بار $Q_1 = 4/20\ pC$ روی یک- چهارم پیرامون آن و بار $Q_2 = -6Q_1$ روی بقیهٔ پیرامون آن به طور یکنواخت توزیع شده است (شکل ۲۰-۳۷). به ازای $V = 0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی در (الف) مرکز C دایره و (ب) نقطهٔ P، که روی محور مرکزی دایره به فاصلهٔ $D = 6/71\ cm$ از مرکز آن قرار دارد، چقدر است؟ SSM



شکل ۲۰-۳۷ مسئلهٔ ۲۳

●۲۴- در شکل ۲۰-۳۸، روی میله‌ای پلاستیکی که به شکل کمانی دایره‌ای به شعاع $R = 3/71\ cm$ و زاویهٔ مرکزی $\phi = 120°$ درآمده است، بار $Q = -25/6\ pC$ به طور یکنواخت توزیع شده است. به ازای $V = 0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی در نقطهٔ P، مرکز خمیدگی میله، چقدر است؟

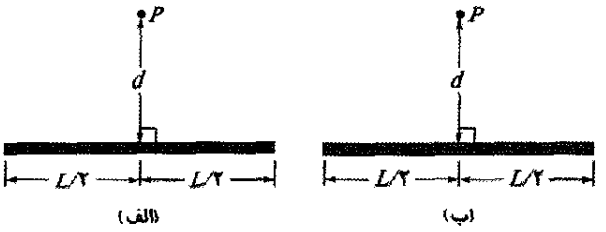


شکل ۲۰-۳۸ مسئلهٔ ۲۴

●۲۵- (الف) شکل ۲۰-۳۹ الف یک میلهٔ نارسانا به طول $L = 60/00\ cm$ و چگالی بار خطی یکنواخت $\lambda = +3/68\ pC/m$ را نشان می‌دهد. به ازای $V = 0$ در بینهایت، پتانسیل V در نقطهٔ P به فاصلهٔ $d = 8/00\ cm$ روی عمود منصف میله چقدر است؟

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

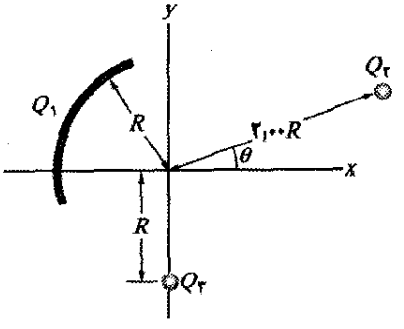
(ب) شکل ۲۰-۳۹ ب میلهٔ مشابهی را نشان می‌دهد، با این تفاوت که حالا یک نیمهٔ آن به طور منفی باردار شده است. هر دو نیمه دارای چگالی بار خطی به بزرگی ۳/۶۸ pC/m هستند. به ازای $V=0$ در بینهایت، مقدار V در نقطهٔ P چقدر است؟



شکل ۲۰-۳۹ مسئلهٔ ۲۵

●۲۶- در مرکز یک کرهٔ گاوسی به شعاع ۴/۰۰cm ، گویی به شعاع ۱/۰۰cm با توزیع بار یکنواخت قرار دارد. شار الکتریکی کل (خالص) عبوری از سطح این کرهٔ گاوسی برابر با $+5/60\times10^{4}\ \mathrm{N.m^2/C}$ است. پتانسیل الکتریکی در فاصلهٔ ۱۲/۰cm از مرکز گوی چقدر است؟

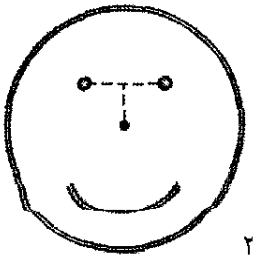
●●۲۷- در شکل ۲۰-۴۰، پتانسیل الکتریکی خالص ناشی از کمان دایره‌ای با بار $Q_1=+7/21\ \mathrm{pC}$ و دو ذره با بارهای $Q_2=4/00\,Q_1$ و $Q_3=-2/00\,Q_1$ در مبدأ چقدر است؟ مرکز خمیدگی کمان در مبدأ و شعاع آن $R=2/00\ \mathrm{m}$ است؛ زاویهٔ نشان داده شده $\theta=20/0^\circ$ است.



شکل ۲۰- ۴۰ مسئلهٔ ۲۷

●●۲۸- صورت خندان شکل ۲۰-۴۱ از سه بخش تشکیل شده است:

۱. یک میلهٔ باریک با بار $-3/0\ \mu\mathrm{C}$ که دایره‌ای کامل به شعاع ۶/۰cm را تشکیل می‌دهد.



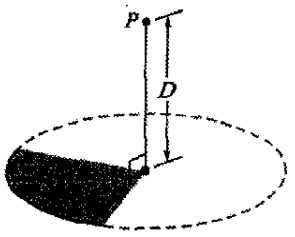
شکل ۲۰-۴۱ مسئلهٔ ۲۸

۲. میلهٔ باریک دوم با بار $2/0\ \mu\mathrm{C}$ که کمانی دایره‌ای به شعاع ۴/۰cm را با زاویهٔ ۹۰° حول مرکز دایرهٔ کامل تشکیل می‌دهد؛

۳. یک دوقطبی الکتریکی با گشتاوری که عمود بر خط شعاعی و دارای بزرگی $1/28\times10^{-21}\ \mathrm{C.m}$ است.

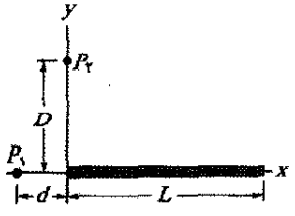
پتانسیل الکتریکی خالص در مرکز چقدر است؟ GO

●●۲۹- یک طرف قرصی پلاستیکی به شعاع $R=64/0\ \mathrm{cm}$ با چگالی بار سطحی یکنواخت $\sigma=7/73\ \mathrm{fC/m^2}$ باردار شده و سپس سه ربع آن برداشته می‌شود. ربع قرص به جای مانده در شکل ۲۰-۴۲ نشان داده شده است. به ازای $V=0$ در بینهایت، پتانسیل ناشی از ربع به جای مانده در نقطهٔ P ، واقع بر محور مرکزی قرص اصلی و به فاصلهٔ $D=25/9\ \mathrm{cm}$ از مرکز آن، چقدر است؟ WWW SSM



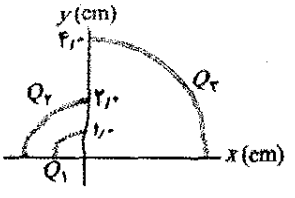
شکل ۲۰-۴۲ مسئلهٔ ۲۹

●●۳۰- شکل ۲۰-۴۳ میله‌ای پلاستیکی به طول $L=12/0\ \mathrm{cm}$ و بار مثبت یکنواخت $Q=56/1\ \mathrm{fC}$ را نشان می‌دهد که روی محور x قرار دارد. به ازای $V=0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی را در نقطهٔ P_1 روی این محور و به فاصلهٔ $d=2/50\ \mathrm{cm}$ از یک سر میله پیدا کنید. GO



شکل ۲۰-۴۳ مسئله‌های ۳۰، ۳۳، ۳۸ و ۴۰

●●۳۱- در شکل ۲۰-۴۴، سه میلهٔ پلاستیکی باریک، ربع دایره‌هایی را تشکیل می‌دهند که مرکز مشترک خمیدگی آنها در مبدأ قرار دارد. بارهای یکنواخت روی میله‌ها عبارت‌اند از $Q_1=+30\ \mathrm{nC}$ ، $Q_2=3/0\ \mathrm{nC}$ ، و $Q_3=-8/0\,Q_1$. پتانسیل الکتریکی خالص ناشی از میله‌ها در مبدأ چقدر است؟



شکل ۲۰-۴۴ مسئلهٔ ۳۱

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

●●●۳۲- توزیع بار خطی نایکنواختی که با $\lambda = bx$ داده می‌شود و در آن b ثابت است، روی محور x از $x = 0$ تا $x = 0/20\ m$ قرار دارد. اگر $b = 20\ nC/m^2$ و در بینهایت $V = 0$ باشد، پتانسیل الکتریکی در (الف) مبدأ و (ب) نقطهٔ $y = 0/15\ m$ روی محور y چقدر است؟

●●●۳۳- میلهٔ پلاستیکی باریک نشان داده شده در شکل ۲۰-۴۳ دارای طول $L = 12/0\ cm$ و چگالی بار خطی نایکنواخت $\lambda = cx$ است که در آن $c = 28/9\ pC/m^2$ است. به ازای $V = 0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی را در نقطهٔ P_1 روی محور و به فاصلهٔ $d = 3/00\ cm$ از یک سر آن پیدا کنید.

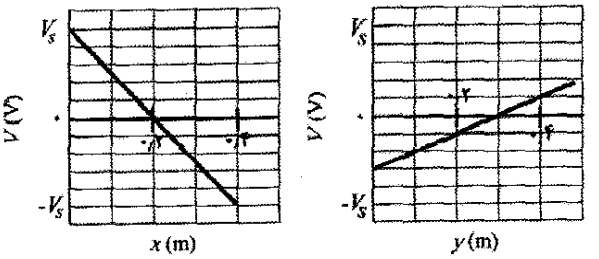
بخش ۲۰-۱۰ محاسبهٔ میدان از روی پتانسیل

●۳۴- پتانسیل الکتریکی V در فضای میان دو صفحهٔ موازی تخت ۱ و ۲ با $V = 1500\,x^2$ (برحسب ولت) داده شده است، که در آن x (برحسب متر) فاصلهٔ عمودی از صفحهٔ ۱ است. در $x = 1/3\ cm$، (الف) بزرگی میدان الکتریکی چقدر است؟ و (ب) آیا این میدان به طرف صفحهٔ ۱ است یا از آن دور می‌شود؟

●۳۵- پتانسیل الکتریکی در نقطه‌های واقع بر صفحهٔ xy با $V = (2/0\ V/m^2)x^2 - (3/0\ V/m^2)y^2$ داده شده است. برحسب نمادگذاری بردار یکه، میدان الکتریکی در نقطهٔ $(3/0\ m, 2/0\ m)$ چگونه است؟

●۳۶- دو صفحهٔ فلزی موازی بزرگ که به فاصلهٔ $1/5\ cm$ از یکدیگر واقع‌اند، دارای بارهایی با بزرگیهای یکسان ولی علامتهای مخالف روی سطحهای مقابل‌اند. پتانسیل صفحهٔ منفی را صفر اختیار کنید. اگر پتانسیل در میانهٔ این صفحه‌ها $+5/0\ V$ باشد، میدان الکتریکی در ناحیهٔ میان صفحه‌ها چقدر است؟

●●۳۷- الکترونی در صفحهٔ xy قرار دارد که در آنجا پتانسیل الکتریکی همان‌طور که در شکل ۲۰-۴۵ نشان داده شده است به x و y بستگی دارد (پتانسیل به z بستگی ندارد). مقیاس محور قائم $V_s = 500\ V$ مشخص شده است. برحسب بردار یکه، نیروی الکتریکی وارد بر الکترون چگونه است؟



شکل ۲۰-۴۵ مسئلهٔ ۳۷

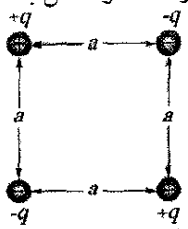
●●۳۸- شکل ۲۰-۴۳ یک میلهٔ پلاستیکی باریک به طول $L = 13/5\ cm$ و بار یکنواخت $43/6\ fC$ را نشان می‌دهد. (الف) برحسب فاصلهٔ d، رابطه‌ای برای پتانسیل الکتریکی در نقطهٔ P_1 بیابید. (ب) سپس، متغیر x را به جای d قرار دهید و از آنجا رابطه‌ای را برای بزرگی مؤلفهٔ E_x میدان الکتریکی در P_1 پیدا کنید. (پ) جهت E_x نسبت به جهت مثبت محور x چگونه است؟ (ت) مقدار E_x در P_1 به ازای $x = d = 6/20\ cm$ چقدر است؟ (ث) از روی تقارن شکل ۲۰-۴۳، E_y را در P_1 تعیین کنید.

●●۳۹- اگر پتانسیل الکتریکی با $V = 2/00\,xyz^2$ داده شده باشد، که در آن V برحسب ولت و x، y و z برحسب مترند، بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ $(3/00\hat{i} - 2/00\hat{j} + 4/00\hat{k})\ m$ چقدر است؟ SSM

●●●۴۰- میلهٔ پلاستیکی باریک به طول $L = 10/0\ cm$ در شکل ۲۰-۴۳، دارای چگالی بار خطی نایکنواخت $\lambda = cx$ است که در آن $c = 49/9\ pC/m$. (الف) به ازای $V = 0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی را در نقطهٔ P_2 روی محور y واقع در $y = D = 3/56\ cm$ بیابید. (ب) مؤلفهٔ E_y میدان الکتریکی را در P_2 به دست آورید. (پ) چرا مؤلفهٔ E_x میدان در P_2 را نمی‌توان با استفاده از نتیجهٔ (الف) به دست آورد؟

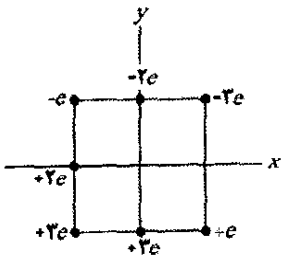
بخش ۲۰-۱۱ انرژی پتانسیل الکتریکی دستگاهی از بارهای نقطه‌ای

●۴۱- برای برقراری آرایش شکل ۲۰-۴۶ چقدر کار لازم است، درصورتی که $q = 2/30\ pC$، $a = 64/0\ cm$، و ذره‌ها در ابتدا در فاصلهٔ نامتناهی قرار داشته و ساکن باشند. SSM ILW WWW



شکل ۲۰-۴۶ مسئلهٔ ۴۱

●۴۲- در شکل ۲۰-۴۷، هفت ذرهٔ باردار برای تشکیل مربعی به ضلع $4/0\ cm$ در مکانهای خود قرار گرفته‌اند. چقدر کار باید انجام دهیم تا ذره‌ای با بار $+6e$ را که در ابتدا ساکن است از فاصلهٔ نامتناهی به مرکز مربع بیاوریم؟



شکل ۲۰-۴۷ مسئلهٔ ۴۲

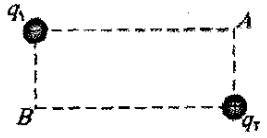
●۴۳- ذره‌ای با بار $17/5\,\mu C$ از حالت سکون در نقطهٔ $x = 60\ cm$ روی محور x، رها شده است. این ذره تحت تأثیر بار Q که در مبدأ ثابت شده است، شروع به حرکت می‌کند. انرژی جنبشی ذره در صورتی که (الف) $Q = +20\,\mu C$ و (ب)

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

$Q=-۲۰\,\mu C$ باشد، در لحظه‌ای که به اندازهٔ ۴۰cm حرکت کرده چقدر است؟

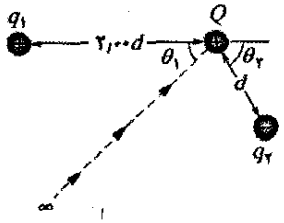
●۴۴- (الف) انرژی پتانسیل الکتریکی دو الکترون به فاصلهٔ ۲/۰۰nm چقدر است؟ (ب) اگر این فاصله افزایش یابد، آیا انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد یا کاهش؟

●●۴۵- در مستطیل شکل ۲۰-۴۸، ضلعها ۵/۰cm و ۱۵ cm، $q_1=-۵/۰\,\mu C$ ، و $q_2=+۲/۰\,\mu C$ است. به ازای $V=۰$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی در (الف) گوشهٔ A و (ب) گوشهٔ B چقدر است؟ (پ) چقدر کار باید انجام گیرد تا بار $q_3=+۳/۰\,\mu C$ در امتداد قطر مستطیل از B به A حرکت داده شود؟ (ت) آیا این کار، انرژی پتانسیل الکتریکی دستگاه سه بار را افزایش می‌دهد یا کاهش؟ اگر q_2 در امتداد مسیری (ث) داخل مستطیل ولی نه روی قطر و (ج) بیرون مستطیل حرکت داده شود، آیا کار بیشتری لازم است یا کمتر یا مساوی آن؟ GO



شکل ۲۰-۴۸ مسئلهٔ ۴۵

●●۴۶- در شکل ۲۰-۴۹، چقدر کار باید انجام گیرد تا ذره‌ای با بار $Q=+۱۶e$ که در ابتدا ساکن است، در امتداد خط‌چین از بینهایت به نقطهٔ مشخص شده در نزدیکی دو بار ثابت شدهٔ $q_1=+۴e$ و $q_2=-q_1/۲$ آورده شود؟ فاصله $d=۱/۴۰cm$ ، $\theta_1=۴۳°$ و $\theta_2=۶۰°$ است.



شکل ۲۰-۴۹ مسئلهٔ ۴۶

●●۴۷- ذره‌ای با بار q در نقطهٔ P ثابت شده، و ذرهٔ دومی به جرم m و با همان بار q در ابتدا به فاصلهٔ r_1 از P نگهداشته شده است. سپس ذرهٔ دوم رها می‌شود. تندی آن را هنگامی که به فاصلهٔ r_2 از P است، تعیین کنید. $q=۳/۱\,\mu C$ ، $m=۲۰\,mg$ ، $r_1=۰/۹۰\,mm$ ، و $r_2=۲/۵\,mm$. ILW

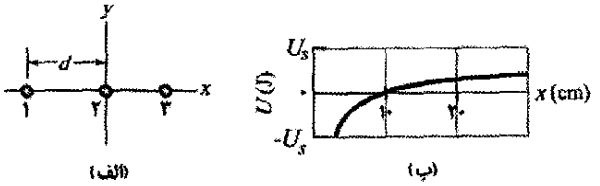
●●۴۸- بار ۹/۰nC- به دور یک حلقهٔ پلاستیکی باریک واقع در صفحهٔ yz که مرکز آن در مبدأ قرار گرفته، توزیع شده است. بار نقطه‌ای ۶/۰pC- روی محور x در $x=۳/۰m$ واقع است. برای حلقه‌ای به شعاع ۱/۵m، یک نیروی خارجی چقدر کار باید روی این بار نقطه‌ای انجام دهد تا آن را به مبدأ حرکت دهد؟

●●۴۹- *تندی فرار* الکترونی که در ابتدا به حال سکون روی سطح کره‌ای با شعاع ۱/۰cm و بار $۱/۶\times۱۰^{-۱۵}C$ که به طور یکنواخت توزیع شده قرار دارد، چقدر است؟ به عبارت دیگر، تندی اولیهٔ الکترون باید چقدر باشد تا الکترون به فاصله‌ای نامتناهی از کره برسد و در آنجا انرژی جنبشی آن صفر شود؟

●●۵۰- یک پوستهٔ رسانای کروی و باریک به شعاع R روی تکیه‌گاه عایقی قرار دارد و تا پتانسیل ۱۲۵ V- باردار شده است. الکترونی از نقطهٔ P به فاصلهٔ r از مرکز پوسته $(r>>R)$ به طور مستقیم به طرف مرکز پوسته شلیک می‌شود. تندی اولیهٔ v_0 مورد نیاز الکترون باید چقدر باشد تا الکترون پیش از وارونه شدن جهت حرکتش، درست به پوسته برسد؟

●●۵۱- دو کرهٔ فلزی کوچک A و B به جرمهای $m_A=۵/۰۰g$ و $m_B=۱۰/۰g$ دارای بار مثبت یکسان $q=۵/۰۰\,\mu C$ هستند. کره‌ها با تار نارسانا و بدون جرمی به طول $d=۱/۰۰m$ ، که در مقایسه با شعاع کره‌ها بسیار بزرگتر است، به هم وصل شده‌اند. (الف) انرژی پتانسیل الکتریکی این دستگاه چقدر است؟ (ب) فرض کنید تار را قطع کنیم، در این لحظه، شتاب هر یک از کره‌ها چقدر است؟ (پ) پس از زمانی طولانی از قطع تار، تندی هر یک از کره‌ها چقدر است؟

●●۵۲- شکل ۲۰-۵۰ الف، سه ذرهٔ باردار را روی محور x نشان می‌دهد. ذرهٔ ۱ (با بار $+۵/۰\,\mu C$) و ذرهٔ ۲ (با بار $+۳/۰\,\mu C$) در مکانهای خود در فاصلهٔ $d=۴/۰\,cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. ذرهٔ ۳ می‌تواند روی محور x به سمت راست ذرهٔ ۲ حرکت کند. شکل ۲۰-۵۰ ب انرژی پتانسیل الکتریکی U این دستگاه سه ذره‌ای را برحسب تابعی از مختصهٔ x ذرهٔ ۳ به دست می‌دهد. مقیاس محور قائم با $U_s=۵/۰J$ مشخص شده است. بار ذرهٔ ۳ چیست؟



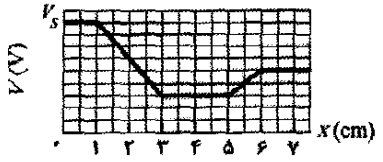
شکل ۲۰-۵۰ مسئلهٔ ۵۲

●●۵۳- دو الکترون به فاصلهٔ ۲/۰cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. الکترون دیگری از بینهایت پرتاب و در وسط آن دو متوقف می‌شود. تندی اولیهٔ آن چقدر است؟ GO

●●۵۴- *پروتون در چاه*. شکل ۲۰-۵۱ پتانسیل الکتریکی V در امتداد محور x را نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $V_s=۱۰/۰VA$ مشخص شده است. پروتونی در $x=۳/۵cm$ با انرژی جنبشی اولیهٔ ۴/۰۰eV رها می‌شود. (الف) اگر پروتون در ابتدا در جهت منفی محور x حرکت کند، آیا به نقطهٔ برگشت می‌رسد، (اگر می‌رسد، مختصهٔ x آن نقطه چیست) یا از ناحیهٔ رسم شده می‌گریزد (اگر می‌گریزد، تندی آن در $x=۰$ چیست)؟ (ب) اگر پروتون در ابتدا در جهت مثبت محور x حرکت کند، آیا به نقطهٔ برگشت می‌رسد، (اگر می‌رسد، مختصهٔ x

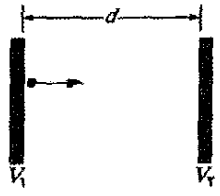
www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

آن نقطه چیست) یا از ناحیهٔ رسم شده می‌گریزد (اگر می‌گریزد، تندی آن در $x=6/0\,cm$ چیست)؟ (پ) بزرگی F و (ت) جهت (مثبت یا منفی محور x) نیروی الکتریکی وارد بر پروتون، در صورتی‌که پروتون فقط در سمت چپ $x=3/0\,cm$ حرکت کند چگونه است؟ (ث) F و (ج) جهت آن در صورتی‌که پروتون فقط در سمت راست $x=5/0\,cm$ حرکت کند چگونه است؟



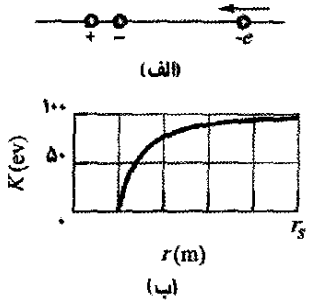
شکل ۲۰-۵۱ مسئلهٔ ۵۴

●●۵۵- در شکل ۲۰-۵۲، یک ذرهٔ باردار (الکترون یا پروتون) در حال حرکت به سمت راست، میان دو صفحهٔ باردار موازی به فاصلهٔ $d=2/00\,mm$ است. پتانسیل صفحه‌ها عبارت‌اند از $V_1=-700\,V$ و $V_2=-50/0\,V$. تندی ذره از مقدار اولیهٔ $90\,km/s$ روی صفحهٔ سمت چپ، کند می‌شود. (الف) آیا این ذره، الکترون است یا پروتون؟ (ب) تندی آن وقتی درست به صفحهٔ ۲ می‌رسد چقدر است؟



شکل ۲۰- ۵۲ مسئلهٔ ۵۵

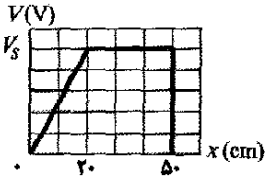
●●۵۶- شکل ۲۰-۵۳ الف، الکترونی را نشان می‌دهد که در حال حرکت روی محور یک دوقطبی الکتریکی به سوی طرف منفی این دوقطبی است. دوقطبی در مکان خود ثابت شده است. الکترون در ابتدا در فاصلهٔ بسیار دوری از دوقطبی، با انرژی جنبشی $100\,eV$ بوده است. شکل ۲۰-۵۳ ب، انرژی جنبشی K الکترون را برحسب فاصلهٔ r آن از مرکز دوقطبی نشان می‌دهد. مقیاس محور افقی با $r_s=0/10\,m$ مشخص شده است. بزرگی گشتاور دو قطبی چقدر است؟



شکل ۲۰-۵۳ مسئلهٔ ۵۶

●●۵۷- الکترونی با تندی اولیهٔ $3/2\times10^5\,m/s$ به طور مستقیم به طرف پروتونی که در مکان خود ثابت شده است، پرتاب می‌شود. اگر الکترون در ابتدا در فاصلهٔ بسیار دوری از پروتون باشد، در چه فاصله‌ای از پروتون، تندی الکترون به طور لحظه‌ای دو برابر مقدار اولیه می‌شود؟

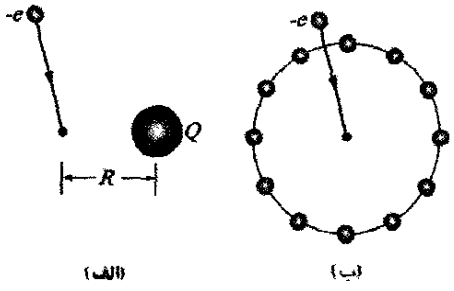
●●۵۸- پوزیترونی (با بار $+e$ و جرمی برابر با جرم الکترون) با تندی $1/0\times10^7\,m/s$ در جهت مثبت محور x در حرکت است و وقتی به $x=0$ می‌رسد با یک میدان الکتریکی که در امتداد محور x است مواجه می‌شود. پتانسیل الکتریکی V وابسته به این میدان در شکل ۲۰-۵۴ نشان داده شده است. مقیاس محور قائم با $V_s=500/0\,V$ مشخص شده است. (الف) آیا پوزیترون در $x=0$ از میدان خارج می‌شود (یعنی جهت حرکتش عوض می‌شود) یا در $x=0/50\,m$ (یعنی جهت حرکتش عوض نمی‌شود)؟ (ب) تندی آن هنگام خروج از میدان چقدر است؟



شکل ۲۰-۵۴ مسئلهٔ ۵۸

●●۵۹- بارهای مشابه $50\,\mu C$ روی محور x در $x=\pm3/0\,m$ ثابت شده‌اند. سپس ذره‌ای با بار $q=-15\,\mu C$ از حالت سکون در نقطه‌ای واقع بر بخش مثبت محور y رها می‌شود. به دلیل تقارن وضعیت، این ذره روی محور y حرکت می‌کند و به هنگام عبور از نقطهٔ $x=0$، $y=4/0\,m$ دارای $1/2\,J$ انرژی جنبشی است. (الف) انرژی جنبشی ذره به هنگام عبور از مبدأ چقدر است؟ (ب) در چه مقدار منفی از y، ذره به طور لحظه‌ای متوقف خواهد شد؟ SSM

●●۶۰- در شکل ۲۰-۵۵ الف، الکترونی را از یک فاصلهٔ نامتناهی تا نقطه‌ای به فاصلهٔ $R=8/00\,cm$ از یک گوی باردار کوچک، حرکت می‌دهیم. برای این حرکت باید $W=2/16\times10^{-12}\,J$ کار انجام دهیم. (الف) بار Q روی گوی چقدر است؟ در شکل ۲۰-۵۵ ب، گوی به تکه‌هایی با مقدار بار مساوی تقسیم شده



شکل ۲۰-۵۵ مسئلهٔ ۶۰

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

است و آن تکه‌ها در مکان شماره‌های یک ساعت دایره‌ای به شعاع $R = 8/00\,cm$ پخش شده‌اند. حال الکترونی از یک فاصلهٔ نامتناهی به مرکز دایره آورده می‌شود. (ب) بر اثر اضافه شدن این الکترون به دستگاه ۱۲ ذرهٔ باردار، انرژی پتانسیل الکتریکی این دستگاه چقدر تغییر می‌کند؟

●●●۶۱- فرض کنید N الکترون را می‌توان در یکی از دو پیکربندی زیر قرار داد. در پیکربندی ۱، همهٔ آنها به طور یکنواخت روی پیرامون حلقهٔ باریکی به شعاع R توزیع شده‌اند، به طوری که فاصلهٔ میان الکترونهای مجاور در همه جا یکسان است. در پیکربندی ۲، $N-1$ الکترون به طور یکنواخت روی حلقه و یک الکترون در مرکز حلقه قرار گرفته‌اند. (الف) کمترین مقدار N که به ازای آن انرژی پیکربندی دوم کمتر از پیکربندی اول است، چقدر است؟ (ب) برای آن مقدار N، یکی از الکترونهای واقع بر پیرامون حلقه را در نظر بگیرید و آن را e_0 بنامید. چه تعداد از سایر الکترونهای واقع بر پیرامون حلقه به e_0 نزدیکتر از الکترون مرکزی‌اند؟

بخش ۲۰-۱۲ پتانسیل رسانای منزوی باردار

●۶۲- پتانسیل یک کرهٔ فلزی توخالی نسبت به زمین (که پتانسیل آن $V = 0$ تعریف شده است) برابر با $+400\,V$ و بار آن $5/00\times10^{-9}\,C$ است. پتانسیل الکتریکی را در مرکز کره پیدا کنید.

●۶۳- اگر پتانسیل کرهٔ رسانایی به شعاع $r = 0/15\,m$ برابر $1500\,V$ و در بینهایت $V = 0$ باشد، بار اضافی روی این کره چقدر است؟ SSM

●۶۴- کرهٔ ۱ به شعاع R_1 دارای بار مثبت q است. کرهٔ ۲ به شعاع $2/00R_1$ در فاصلهٔ دوری از کرهٔ ۱ قرار دارد و در ابتدا بدون بار است. پس از آنکه کره‌های جدا از هم با سیم به حد کافی نازکی که فقط بار ناچیزی را نگه می‌دارد به هم متصل شوند (الف) آیا پتانسیل V_1 کرهٔ ۱ بزرگتر از پتانسیل V_2 کرهٔ ۲ می‌شود یا کوچکتر یا مساوی آن؟ سرانجام چه کسری از q روی (ب) کرهٔ ۱ و (پ) کرهٔ ۲ باقی می‌ماند؟ (ت) نسبت σ_1/σ_2 چگالیهای بار سطحی کره‌ها چقدر است؟

●۶۵- فاصلهٔ مرکز به مرکز دو کرهٔ فلزی، هر یک به شعاع $3/00\,cm$، برابر با $2/00\,m$ است. کرهٔ ۱ دارای بار $+1/00\times10^{-8}\,C$ و کرهٔ ۲ دارای بار $-3/00\times10^{-8}\,C$ است. فرض کنید این فاصله به حد کافی بزرگ است به گونه‌ای که می‌توانیم فرض کنیم بار روی هر کره به طور یکنواخت توزیع شده است (کره‌ها بر یکدیگر تأثیر نمی‌گذارند.) به ازای $V = 0$ در بینهایت، مطلوب است محاسبهٔ (الف) پتانسیل در نقطهٔ میان مرکزهای دو کره و پتانسیل روی سطح (ب) کرهٔ ۱ و (پ) کرهٔ ۲. WWW SSM

●●۶۶- دو پوستهٔ کروی رسانا، هم مرکز و منزوی دارای شعاعهای $R_1 = 0/500\,m$ و $R_2 = 1/00\,m$، بارهای یکنواخت $q_1 = +2/00\,\mu C$ و $q_2 = +1/00\,\mu C$، و ضخامتهای ناچیزند.

www.iran-mavad.com مرجع دانشجویان و مهندسین

بزرگی میدان الکتریکی E در فاصلهٔ شعاعی (الف) $r = 4/00\,m$، (ب) $r = 0/700\,m$، و (پ) $r = 0/200\,m$ چقدر است؟ به ازای $V = 0$ در بینهایت، پتانسیل V در (ت) $r = 4/00\,m$، (ث) $r = 1/00\,m$، (ج) $r = 0/700\,m$، (چ) $r = 0/50\,m$، (ح) $r = 0/200\,m$، و (خ) $r = 0$، چقدر است؟ (د) نمودارهای $E(r)$ و $V(r)$ را رسم کنید.

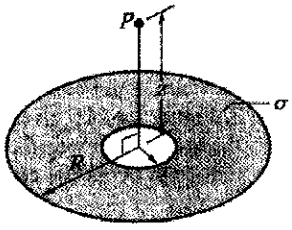
●●۶۷- یک کرهٔ فلزی به شعاع $15\,cm$ دارای بار خالص $3/00\times10^{-8}\,C$ است. (الف) میدان الکتریکی در سطح کره چقدر است؟ (ب) اگر در بینهایت $V = 0$ باشد، پتانسیل الکتریکی در سطح کره چقدر است؟ (پ) در چه فاصله‌ای از سطح کره، پتانسیل الکتریکی به اندازهٔ $500\,V$ کاهش می‌یابد؟

مسئله‌های اضافی

۶۸- **معمای خرده‌های شکلات.** این داستان با مسئلهٔ ۵۶ فصل ۱۹ آغاز می‌شود. (الف) با استفاده از پاسخ قسمت (الف) آن مسئله، عبارتی را برای پتانسیل الکتریکی برحسب تابعی از فاصلهٔ شعاعی r از مرکز لوله پیدا کنید. (پتانسیل الکتریکی روی دیوارهٔ لولهٔ متصل به زمین برابر با صفر است.) (ب) برای چگالی بار حجمی نوعی $\rho = -1/1\times10^{-3}\,C/m^3$، اختلاف پتانسیل الکتریکی میان مرکز لوله و دیوارهٔ داخلی آن چقدر است؟ (این داستان با مسئلهٔ ۵۰ در فصل ۲۱ ادامه می‌یابد.)

۶۹- الکترونی از حالت سکون روی محور یک دوقطبی الکتریکی ثابت شده در مکان خود که دارای بار e و فاصلهٔ بارهای $d = 20\,pm$ است، رها می‌شود. نقطهٔ رهاشدن در طرف مثبت دوقطبی، و در فاصلهٔ $7/0d$ از مرکز دوقطبی است. تندی الکترون هنگامی که به نقطهٔ $5/0d$ از مرکز دوقطبی می‌رسد، چقدر است؟

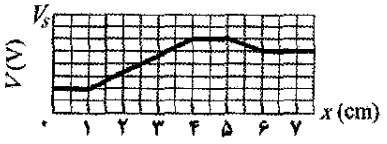
۷۰- شکل ۲۰-۵۶ حلقه‌ای را به شعاع خارجی $R = 13/0\,cm$، شعاع داخلی $r = 0/200R$ و چگالی بار سطحی یکنواخت $\sigma = 6/20\,pC/m^2$ نشان می‌دهد. به ازای $V = 0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی را در نقطهٔ P واقع بر محور مرکزی حلقه، در فاصلهٔ $z = 2/00R$ از مرکز حلقه، به دست آورید.



شکل ۲۰-۵۶ مسئلهٔ ۷۰

۷۱- *الکترون در چاه.* شکل ۲۰-۵۷ پتانسیل الکتریکی V را در امتداد محور x نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $V_s = 8/0\,V$ مشخص شده است. الکترونی در $x = 4/5\,cm$ با انرژی جنبشی اولیهٔ $3/00\,eV$ رها می‌شود. (الف) اگر جهت حرکت اولیهٔ

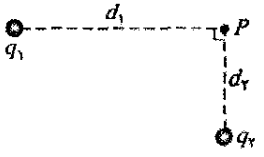
الکترون به طرف منفی محور x باشد، آیا به نقطهٔ برگشت می‌رسد، (اگر می‌رسد، مختصهٔ x آن نقطه چیست) یا از ناحیهٔ رسم شده می‌گریزد (اگر می‌گریزد، تندی آن در $x=0$ چقدر است)؟ (ب) اگر الکترون در ابتدا در جهت مثبت محور x حرکت کند، آیا به نقطهٔ برگشت می‌رسد، (اگر می‌رسد، مختصهٔ x آن نقطه چیست) یا از ناحیهٔ رسم شده می‌گریزد (اگر می‌گریزد، تندی آن در $x=7/0\,\text{cm}$ چقدر است)؟ (پ) بزرگی F و (ت) جهت (مثبت یا منفی محور x) میدان الکتریکی وارد بر الکترون در صورتی‌که الکترون فقط در طرف $x=4/0\,\text{cm}$ حرکت کند چیست؟ (ث) F و (ج) جهت آن در صورتی‌که الکترون فقط در سمت راست $x=5/00\,\text{cm}$ حرکت کند چیست؟



شکل ۲۰-۵۷ مسئلهٔ ۷۱

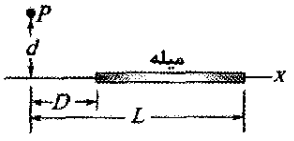
۷۲- کرهٔ رسانای توپری به شعاع $3/0\,\text{cm}$ دارای بار $30\,\text{nC}$ است که به طور یکنواخت روی سطح آن توزیع شده است. A را نقطه‌ای به فاصلهٔ $1/0\,\text{cm}$ از مرکز کره، S را نقطه‌ای روی سطح کره، و B را نقطه‌ای به فاصلهٔ $5/0\,\text{cm}$ از مرکز کره در نظر می‌گیریم. اختلاف پتانسیلهای الکتریکی (الف) V_S-V_B و (ب) V_A-V_B چقدر است؟

۷۳- در شکل ۲۰-۵۸، نقطهٔ P در فاصلهٔ $d_1=4/00\,\text{m}$ از ذرهٔ ۱ $(q_1=-2e)$ و در فاصلهٔ $d_2=2/00\,\text{m}$ از ذرهٔ ۲ $(q_2=+2e)$ قرار دارد و هر دو ذره در مکانهای خود ثابت‌اند. (الف) به ازای $V=0$ در بینهایت، V در نقطهٔ P چقدر است؟ اگر ذره‌ای به بار $q_3=+2e$ را از بینهایت به نقطهٔ P بیاوریم، (ب) چقدر کار باید انجام دهیم؟ و (پ) انرژی پتانسیل این دستگاه سه ذره‌ای چقدر است؟



شکل ۲۰-۵۸ مسئلهٔ ۷۳

۷۴- شکل ۲۰-۵۹ میلهٔ باریکی با چگالی بار یکنواخت $2/00\,\mu\text{C/m}$ را نشان می‌دهد. در صورتی‌که $d=D=L/4/00$ باشد، پتانسیل الکتریکی را در نقطهٔ P محاسبه کنید.



شکل ۲۰-۵۹ مسئلهٔ ۷۴

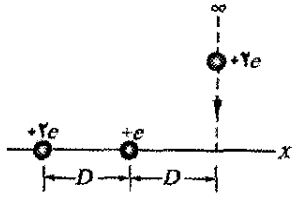
۷۵- سه بار $+0/12\,\text{C}$ تشکیل مثلث متساوی الاضلاعی به ضلع $1/7\,\text{m}$ را می‌دهند. با استفاده از انرژی وارد شده با آهنگ $0/83\,\text{kW}$، چند روز لازم است تا یکی از بارها به نقطهٔ میانی خط واصل دو بار دیگر آورده شود؟ SSM

۷۶- بزرگی E یک میدان الکتریکی، با رابطهٔ $E=A/r^4$ به فاصلهٔ شعاعی r بستگی دارد، که در آن A ثابتی با یکای ولت-متر مکعب است. برحسب مضربی از A، بزرگی اختلاف پتانسیل الکتریکی میان $r=2/00\,\text{m}$ و $r=3/00\,\text{m}$ چقدر است؟

۷۷- استوانهٔ رسانای توپر و بلندی دارای شعاع $2/0\,\text{cm}$ است. میدان الکتریکی روی سطح استوانه برابر با $160\,\text{N/C}$ و جهت آن به طور شعاعی به طرف بیرون است. A، B، و C را نقطه‌هایی در نظر می‌گیریم که به ترتیب در فاصلهٔ $1/0\,\text{cm}$، $2/0\,\text{cm}$ و $5/0\,\text{cm}$ از محور مرکزی استوانه قرار دارند. (الف) بزرگی میدان الکتریکی در C و اختلاف پتانسیلهای الکتریکی (ب) V_B-V_C و (پ) V_A-V_B چقدر است؟

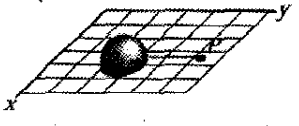
۷۸- (الف) اگر کرهٔ زمین دارای چگالی بار سطحی خالص $1/0\,\text{electron/m}^2$ باشد (یک فرض بسیار غیر واقعی)، پتانسیل آن چقدر خواهد بود؟ (فرض کنید در بینهایت $V=0$ است.) (ب) بزرگی و (پ) جهت (به طور شعاعی به طرف درون یا به طرف بیرون) میدان الکتریکی ناشی از کرهٔ زمین درست در بیرون سطح آن چگونه می‌شد؟

۷۹- در شکل ۲۰-۶۰، ذره‌ای به بار $+2e$ را از بینهایت تا محور x حرکت می‌دهیم. چقدر کار باید انجام دهیم؟ فاصلهٔ D برابر با $4/00\,\text{m}$ است.



شکل ۲۰-۶۰ مسئلهٔ ۷۹

۸۰- شکل ۲۰-۶۱ نیمکره‌ای با بار $4/00\,\mu\text{C}$ را نشان می‌دهد که این بار به طور یکنواخت در سرتاسر حجم آن توزیع شده است. این نیمکره مثل گریپ فروت نصفه‌ای که ممکن است طرف صاف آن روی میز آشپزخانه باشد، در صفحهٔ xy قرار دارد. نقطهٔ P که روی صفحه واقع شده است در امتداد یک خط شعاعی از مرکز خمیدگی نیمکره، به فاصلهٔ شعاعی $15\,\text{cm}$ قرار دارد. انرژی پتانسیل ناشی از نیمکره در نقطهٔ P چقدر است؟

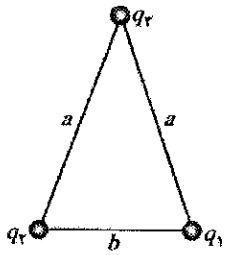


شکل ۲۰-۶۱ مسئلهٔ ۸۰

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

۸۱- در ابتدا دو الکترون به فاصلهٔ $2/00\mu m$ در مکانهای خود ثابت شده‌اند. برای آنکه بار سومی را برای تشکیل یک مثلث متساوی الاضلاع از بینهایت بیاوریم، چه مقدار کار باید انجام دهیم؟

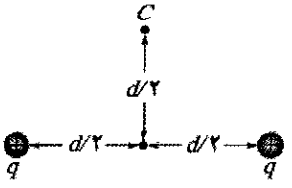
۸۲- سه ذره با بارهای $q_1=+10\mu C$ ، $q_2=-20\mu C$ و $q_3=+30\mu C$ در گوشه‌های مثلث متساوی الساقین نشان داده شده در شکل ۲۰-۶۲ قرار گرفته‌اند. اگر $a=10cm$ و $b=6/0cm$ باشد، یک عامل خارجی چقدر کار باید انجام دهد تا جای بارهای (الف) q_1 و q_2 ، و (ب) q_1 و q_2 را با هم عوض کند؟



شکل ۲۰-۶۲ مسئلهٔ ۸۲

۸۳- (الف) اگر بار خالص یک کرهٔ رسانای منزوی به شعاع $10cm$ برابر با $4/0\mu C$ و در بینهایت $V=0$ باشد، پتانسیل روی سطح این کره چقدر است؟ (ب) با فرض اینکه هوای اطراف این کره وقتی که بزرگی میدان الکتریکی از $3/0MV/m$ تجاوز کند دچار فروریزش الکتریکی شود، آیا این وضعیت واقعاً رخ می‌دهد؟

۸۴- دو بار $q=+2/0\mu C$ در فاصلهٔ $d=2/0cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند (شکل ۲۰-۶۳). (الف) به ازای $V=0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی در نقطهٔ C چقدر است؟ (ب) بار سوم $q=+2/0\mu C$ را از بینهایت به نقطهٔ C می‌آوریم. برای این منظور، چقدر کار باید انجام دهیم؟ (پ) انرژی پتانسیل U پیکربندی سه بار هنگامی که بار سوم در مکان خود قرار گیرد، چقدر است؟



شکل ۲۰-۶۳ مسئلهٔ ۸۴

۸۵- بار یکنواخت $+16/0\mu C$ روی حلقهٔ دایره‌ای باریکی، واقع بر صفحهٔ xy و به مرکز مبداء آن صفحه، قرار گرفته است. شعاع حلقه $3/00cm$ است. اگر نقطهٔ A در مبدأ و نقطهٔ B روی محور z در $z=4/00cm$ باشد، V_B-V_A چقدر است؟ SSM

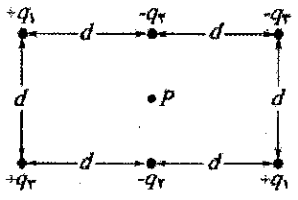
۸۶- بارها و مختصات دو بار نقطه‌ای که در صفحهٔ xy قرار دارند عبارت‌اند از $q_1=+3/00\times10^{-6}C$ ، $x=+3/50cm$ ، $y=+5/00cm$ و $q_2=-4/00\times10^{-6}C$ ، $x=-2/00cm$ ، $y=+1/50cm$. چقدر کار باید انجام گیرد تا این بارها با شروع از فاصلهٔ نامتناهی در مکانهای خود قرار گیرند؟

۸۷- دو صفحهٔ رسانای تخت، موازی و باردار که به فاصلهٔ $d=1/00cm$ از یکدیگر قرار گرفته‌اند، اختلاف پتانسیلی برابر با $\Delta V=625V$ میان صفحه‌ها ایجاد می‌کنند. یک الکترون از سطح یکی از صفحه‌ها به طور مستقیم به طرف دیگری پرتاب می‌شود. اگر این الکترون درست روی سطح صفحهٔ دوم متوقف شود، تندی اولیهٔ آن چقدر است؟

۸۸- ذره‌ای با بار مثبت Q در نقطهٔ P ثابت شده است. ذرهٔ دومی به جرم m و بار $-q$ با تندی ثابت روی دایره‌ای به شعاع r_1 و به مرکز P حرکت می‌کند. عبارتی برای کار W که باید توسط یک عامل خارجی روی ذرهٔ دوم انجام گیرد تا شعاع دایرهٔ حرکت آن به r_2 افزایش یابد، به دست آورید.

۸۹- میدان الکتریکی که غالباً در نزدیکی سطح کرهٔ زمین مشاهده می‌شود تقریباً برابر با $100V/m$ است. اگر این میدان روی کل سطح زمین باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه‌ای روی این سطح چقدر است؟ (در بینهایت $V=0$ اختیار کنید.)

۹۰- درشکل ۲۰-۶۴، نقطهٔ Pدر مرکز مستطیل قرار دارد. به ازای $V=0$ دربینهایت، $q_1=5/00fC$ ، $q_2=2/00fC$ ، $q_3=3/00fC$ و $d=2/54cm$. پتانسیل الکتریکی خالص ناشی از شش ذرهٔ باردار در نقطهٔ P چقدر است؟



شکل ۲۰-۶۴ مسئلهٔ ۹۰

۹۱- شکل ۲۰-۳۳، دو ذرهٔ باردار را روی یک محور نشان می‌دهد. خطهای میدان الکتریکی و سطحهای هم‌پتانسیل را در صفحهٔ کاغذ به ازای (الف) $q_1=+q$ ، $q_2=+2q$ و (ب) $q_1=+q$ ، $q_2=-3q$ رسم کنید.

۹۲- بار q به طور یکنواخت در سرتاسر یک حجم کروی به شعاع R توزیع شده است. فرض کنید در بینهایت $V=0$ باشد. (الف) V در فاصلهٔ شعاعی $r<R$ و (ب) اختلاف پتانسیل میان نقطه‌های واقع بر $r=R$ و نقطهٔ $r=0$ چقدر است؟

۹۳- یک پوستهٔ کروی ضخیم با بار Q و چگالی بار حجمی یکنواخت ρ در شعاعهای r_1 و $r_2>r_1$ محدود شده است. به ازای $V=0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی V را برحسب تابعی از فاصلهٔ r از مرکز این توزیع بار، با در نظر گرفتن ناحیه‌های (الف) $r>r_2$ ، (ب) $r_2>r>r_1$ ، و (پ) $r<r_1$ ، به دست آورید. (ت) آیا این پاسخها در $r=r_2$ و $r=r_1$ با یکدیگر سازگارند؟ (*راهنمایی:* بخش ۱۹-۹ را ببینید.)

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

۹۴- یک ذرهٔ آلفا (که دارای دو پروتون است) به طور مستقیم به طرف هستهٔ هدفی که شامل ۹۲ پروتون است پرتاب می‌شود. انرژی جنبشی اولیهٔ ذرهٔ آلفا برابر با ۰/۴۸ pJ است. با فرض اینکه هستهٔ هدف حرکت نکند، کمترین فاصلهٔ مرکز به مرکزی که ذرهٔ آلفا به هستهٔ هدف می‌رسد چقدر است؟

۹۵- با شروع از معادلهٔ ۲۰-۳۰، عبارتی برای میدان الکتریکی ناشی از یک دوقطبی در نقطه‌ای روی محور دوقطبی به دست آورید.

۹۶- بار $1/50\times10^{-8}\,C$ روی یک کرهٔ فلزی منزوی به شعاع $16/0\,cm$ قرار گرفته است. به ازای $V=0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی در نقطه‌های روی سطح این کره چقدر است؟

۹۷- در آزمایش قطرهٔ روغن *میلیکان* (بخش ۱۸-۸)، میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $1/92\times10^{5}\,N/C$ در ناحیهٔ میان دو صفحه که به فاصلهٔ $1/50\,cm$ از هم قرار دارند، ایجاد می‌شود. اختلاف پتانسیل الکتریکی میان صفحه‌ها را به‌دست آورید.

۹۸- بار نقطه‌ای $q=1/50\times10^{-8}\,C$ را در نظر بگیرید و فرض کنید در بینهایت $V=0$ است. (الف) شکل و ابعاد سطح هم‌پتانسیل به پتانسیل $30/0\,V$ ناشی از فقط بار q، چیست؟ (ب) آیا سطحهایی که پتانسیل آنها به مقدار ثابتی با هم تفاوت دارند (مثلاً $1/0\,V$) به فاصلهٔ یکسانی از هم قرار گرفته‌اند؟

۹۹- در مدل کوارکی ذره‌های بنیادی، پروتون از سه کوارک تشکیل شده است: دو کوارک «بالا»، هر یک با بار $+2e/3$، و یک کوارک «پایین» با بار $-e/3$. فرض کنید که این سه کوارک به فاصلهٔ یکسانی از یکدیگر قرار گرفته‌اند. این فاصله را $1/32\times10^{-15}\,m$ در نظر بگیرید و انرژی پتانسیل الکتریکی دستگاه (الف) فقط شامل دو کوارک بالا و (ب) شامل هر سه کوارک را محاسبه کنید.

۱۰۰- (الف) پروتونی با انرژی جنبشی $4/80\,MeV$ به طور رودررو به طرف یک هستهٔ سرب حرکت می‌کند. با فرض اینکه پروتون به داخل هسته نفوذ نکند و اینکه تنها نیروی بین پروتون و هسته نیروی کولنی باشد، کمترین فاصلهٔ مرکز به مرکز d_p بین پروتون و هسته را هنگامی که پروتون به توقف لحظه‌ای می‌رسد، محاسبه کنید. اگر پروتون با یک ذرهٔ آلفا (که دارای دو پروتون است) با همان انرژی جنبشی اولیه جایگزین شود، ذرهٔ آلفا در فاصلهٔ مرکز به مرکز d_α متوقف خواهد شد. (ب) نسبت d_α/d_p چقدر است؟

۱۰۱- (الف) با استفاده از معادلهٔ ۲۰-۳۲ نشان دهید که پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای روی محور مرکزی یک حلقهٔ باریک (با بار q و شعاع R) و به فاصلهٔ z از حلقه برابر است با

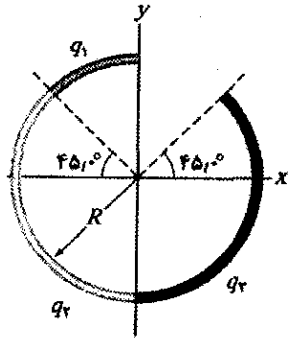
$$V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{\sqrt{z^2+R^2}}$$

(ب) با استفاده از این نتیجه، عبارتی برای E در نقطه‌های روی محور حلقه به دست آورید؛ نتیجهٔ خود را با محاسبهٔ E در بخش ۱۸-۶ مقایسه کنید.

۱۰۲- انرژی پتانسیل الکتریکی پیکربندی بار شکل ۲۰-۸ (الف) چقدر است؟ از مقدارهای عددی مسئلهٔ نمونهٔ ۲۰-۳ استفاده کنید.

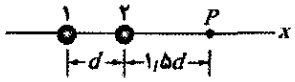
۱۰۳- یک کرهٔ مسی توپر به شعاع $1/0\,cm$ دارای پوشش سطحی نازکی از جنس نیکل است. بعضی از اتمهای نیکل پرتوزا هستند، یعنی به هنگام واپاشی یک الکترون گسیل می‌کنند. نیمی از این الکترونها وارد کرهٔ مسی می‌شوند و در آنجا هر یک $100\,keV$ انرژی از خود به جای می‌گذارند. نیم دیگر الکترونها، هر یک با بار $e-$، می‌گریزند. پوشش نیکل دارای فعالیت $3/70\times10^{8}$ واپاشی پرتوزا در ثانیه است. این کره از تار نارسانای بلندی آویخته و از محیط اطراف خود منزوی شده است. (الف) چقدر طول می‌کشد تا پتانسیل کره به اندازهٔ $1000\,V$ افزایش یابد؟ (ب) چقدر طول می‌کشد تا دمای کره بر اثر انرژی به جای گذاشته شده توسط الکترونها، به اندازهٔ $5/0\,K$ افزایش یابد؟ ظرفیت گرمایی کره $14\,J/K$ است. SSM

۱۰۴- شکل ۲۰-۶۵ سه کمان دایره‌ای نارسانا به شعاع $R=8/50\,cm$ را نشان می‌دهد. بار روی کمانها عبارت‌اند از $q_1=4/52\,pC$، $q_2=-2/00q_1$، $q_3=+3/00q_1$. به ازای $V=0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی خالص کمانها در مرکز مشترک خمیدگی چقدر است؟



شکل ۲۰-۶۵ مسئلهٔ ۱۰۴

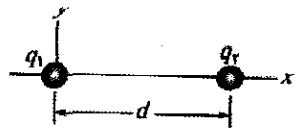
۱۰۵- در شکل ۲۰-۶۶، دو ذره با بارهای q_1 و q_2 روی محور x ثابت شده‌اند. وقتی ذرهٔ سومی با بار $+6/0\,\mu C$ از فاصلهٔ نامتناهی به نقطهٔ P آورده شود، دستگاه سه ذره‌ای همان انرژی پتانسیل الکتریکی را خواهد داشت که دستگاه دو ذره‌ای اولیه داشته است. نسبت بار q_1/q_2 چقدر است؟



شکل ۲۰-۶۶ مسئلهٔ ۱۰۵

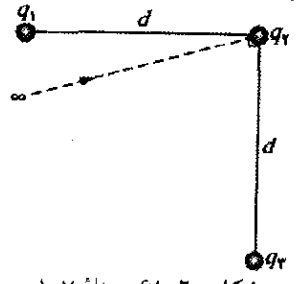
۱۰۶- در شکل ۲۰-۶۷، فاصلهٔ دو ذره را $1/0\,m$ در نظر بگیرید؛ فرض کنید بارهای آنها $q_1=+q$ و $q_2=+2q$ است و پتانسیل را در بینهایت $V=0$ اختیار کنید. در چه مختصهٔ نقطه‌ای روی محور x (الف) پتانسیل الکتریکی خالص ناشی از دو ذره صفر است؟ و (ب) میدان الکتریکی خالص ناشی از آنها صفر است؟

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسان



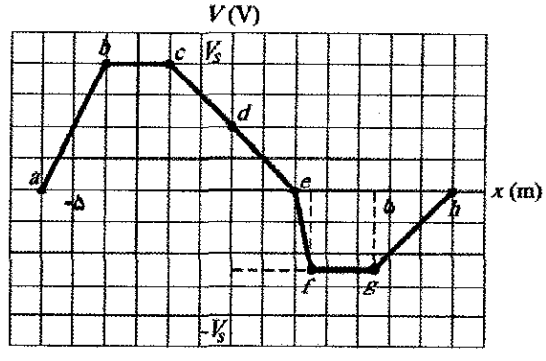
شکل ۲۰-۶۷ مسئلهٔ ۱۰۶

۱۰۷- در شکل ۲۰-۶۸، ذره‌ای با بار $q_2 = +5e$ در امتداد خط‌چین از بینهایت به نقطهٔ نشان داده شده در نزدیکی دو بار ثابت شدهٔ $q_1 = +2e$ و $q_3 = -q_1$ آورده می‌شود. نسبت پتانسیل الکتریکی این دستگاه سه ذره‌ای به دستگاه دو ذره‌ای اولیه چقدر است؟



شکل ۲۰-۶۸ مسئلهٔ ۱۰۷

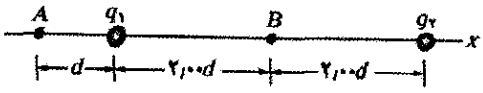
۱۰۸- در وضعیت معینی، پتانسیل الکتریکی در امتداد محور x مانند نمودار نشان داده شده در شکل ۲۰-۶۹ تغییر می‌کند. مقیاس محور قائم با $V_s = 12/0\,V$ مشخص شده است. برای بازه‌های (الف) ab، (ب) bc، (پ) cd، (ت) de، (ث) ef، (ج) fg، (چ) gh، مؤلفهٔ x میدان الکتریکی را تعیین کنید، و سپس E_x را برحسب x رسم کنید. (از رفتار میدان در نقطه‌های انتهایی هر بازه چشمپوشی کنید.)



شکل ۲۰-۶۹ مسئلهٔ ۱۰۸

۱۰۹- شعاع قرصی برابر با $R = 2/20\,cm$ است. چگالی بار سطحی آن از $r = 0$ تا $r = R/2$ برابر با $1/50\times10^{-6}\,C/m^2$، و از $r = R/2$ تا $r = R$ برابر با $8/00\times10^{-7}\,C/m^2$ است. (الف) بار کل روی قرص چقدر است؟ (ب) به ازای $V = 0$ در بینهایت، پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای روی محور مرکزی عمودی قرص، به فاصلهٔ $z = R/2$ از مرکز قرص چقدر است؟

۱۱۰- در شکل ۲۰-۷۰، ذرهٔ ۱ با بار $q_1 = +e$ و ذرهٔ ۲ با بار $q_2 = -5e$ روی محور x قرار دارند. فاصلهٔ $d = 5/60\,\mu m$ است. اختلاف پتانسیل الکتریکی $V_A - V_B$ چقدر است؟



شکل ۲۰-۷۰ مسئلهٔ ۱۱۰

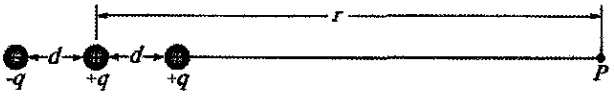
۱۱۱- بارهای نقطه ای بابزرگیهای یکسان (۲۵ nC) وعلامتهای مخالف به طور قطری روی گوشه‌های مقابل مستطیل $60\,cm\times80\,cm$ قرار گرفته‌اند. نقطهٔ A آن گوشهٔ اشغال نشده‌ای است که در نزدیکترین فاصله به بار مثبت قرار دارد، و نقطهٔ B گوشهٔ اشغال نشدهٔ دیگر است. اختلاف پتانسیل $V_B - V_A$ را تعیین کنید.

۱۱۲- یک دهه پیش از آنکه *اینشتین* نظریهٔ نسبیت خود را منتشر کند، *تامسون* پیشنهاد کرد که الکترون ممکن است شامل اجزای کوچکی باشد و جرم m الکترون را می‌توان به انرژی پتانسیل برهم کنش این اجزا نسبت داد. بعلاوه، او پیشنهاد کرد که این انرژی برابر mc^2 است، که در آن c تندی نور است. برآوردی تقریبی از جرم الکترون به روش زیر انجام دهید: فرض کنید الکترون از سه جزء یکسان تشکیل شده است که این اجزا از بینهایت آورده شده‌اند و در گوشه‌های مثلث متساوی الاضلاعی با ضلعی برابر با *شعاع کلاسیکی* الکترون، یعنی $2/82\times10^{-15}\,m$، قرار داده شده‌اند. (الف) انرژی پتانسیل الکتریکی کل این پیکربندی را پیدا کنید. (ب) سپس آن را بر c^2 تقسیم و نتیجهٔ خود را با جرم پذیرفته شده برای الکترون مقایسه کنید. (این نتیجه وقتی بهتر می‌شود که اجزای بیشتری در نظر گرفته شوند.)

۱۱۳- شکل ۲۰-۷۱، سه ذرهٔ باردار را نشان می‌دهد که روی یک محور افقی قرار گرفته‌اند. برای نقطه‌هایی (از قبیل P) روی این محور با $r \gg d$، نشان دهید که پتانسیل الکتریکی $V(r)$ با رابطهٔ زیر داده می‌شود

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}\left(1+\frac{2d}{r}\right)$$

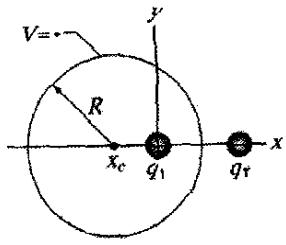
(راهنمایی. این پیکربندی بار را می‌توان به صورت مجموع یک بار منزوی و یک دو قطبی در نظر گرفت.)



شکل ۲۰-۷۱ مسئلهٔ ۱۱۳

۱۱۴- بار نقطه‌ای $q_1 = +6/0e$ در مبداء یک دستگاه مختصات راستگوشه، و بار نقطه‌ای $q_2 = -10e$ در $x = 8/6\,nm$ و $y = 0$ ثابت شده‌اند. همانطور که در شکل ۲۰-۷۲ نشان داده شده است، مکان هندسی همهٔ نقطه‌های واقع بر صفحهٔ xy که برای آنها $V = 0$ است (غیر از بینهایت)، دایره‌ای است که مرکز آن روی محور x قرار دارد. (الف) مکان x_c مرکز دایره و (ب) شعاع R دایره را پیدا کنید. (پ) آیا مقطع xy سطح هم پتانسیل $5V$ نیز دایره است؟

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسی مواد



شکل ۲۰-۷۲ مسئلهٔ ۱۱۴

۱۱۵- بار $q_1 = -1/2\times10^{-9}\,C$ در مبدأ، و بار $q_2 = 2/5\times10^{-9}\,C$ روی محور y در $y = 0/50\,m$ قرار دارد. پتانسیل الکتریکی را در فاصله‌ای دور از هر دو بار صفر در نظر بگیرید. (الف) مقطع سطح‌هم‌پتانسیل $V = 5/0\,V$ را با صفحهٔ xy رسم کنید. این سطح، یکی از دو بار را دربر می‌گیرد. (ب) دو سطح هم‌پتانسیل وجود دارند که به $V = 3/0\,V$ مربوط‌اند. یکی، یک بار و دیگری هر دو بار را در بر دارد. مقطع آنها را با صفحهٔ xy رسم کنید. (پ) آن مقداری از پتانسیل را بیابید که به ازای آن، نقش پتانسیل الکتریکی از یک سطح هم‌پتانسیل به دو سطح هم‌پتانسیل تبدیل شود.

۱۱۶- در شکل ۲۰-۷۳، سه خط بار موازی و بلند، با چگالیهای بارخطی نشان‌داده شده، در هر دو جهت به طور عمود بر صفحه امتداد دارند. چند خط میدان الکتریکی را رسم کنید؛ همچنین مقطع چند سطح هم پتانسیل را در صفحهٔ شکل رسم کنید.

شکل ۲۰-۷۳ مسئلهٔ ۱۱۶

۱۱۷- دو خط بار نامتناهی در یک صفحه قرار دارند و با محور z موازی‌اند. یکی از آنها، با بار در یکای طول $+\lambda$ ، به فاصلهٔ a در سمت راست این محور قرار دارد. دیگری، با بار در یکای طول $-\lambda$ ، در فاصلهٔ a از سمت چپ این محور واقع است. چند سطح هم‌پتانسیل ناشی از این آرایش را رسم کنید.

۱۱۸- در سال ۱۹۱۱، ارنست راترفورد مدل اتم را به صورت نقطه‌ای با بار مثبت Ze که توسط بار منفی $-Ze$ که به طور یکنواخت روی کره‌ای به شعاع R به مرکز واقع در آن نقطه توزیع شده است درنظر گرفت. در فاصلهٔ r داخل کره میدان الکتریکی عبارت است از

$$E = \frac{Ze}{4\pi}\left(\frac{1}{r^2} - \frac{r}{R^3}\right)$$

او همچنین پتانسیل الکتریکی را به صورت زیر به دست آورد

$$V = \frac{Ze}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r} - \frac{3}{2R} + \frac{r^2}{2R^3}\right)$$

(الف) نشان دهید که چگونه عبارت میدان الکتریکی از عبارت بالا برای V به دست می‌آید؟ (ب) چرا عبارت V ، وقتی $r \to \infty$ میل می‌کند، صفر نمی‌شود؟

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد