تمرین ۱ـ۷

روی سطح بادکنکی به جرم ۰/۱۰g بار الکتریکی ۲۰۰nC- ایجاد می‌کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید. از نیروی شناوری وارد به بادکنک چشم‌پوشی کنید.

تمرین ۱ـ۷

روی سطح بادکنکی به جرم ۱۰/۰g بار الکتریکی ۲۰۰nC- ایجاد می‌کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید. اندازهٔ نیروی شناوری رو به بالای وارد بر بادکنک را ۰/۰۵۰N فرض کنید.

فعالیت ۱ـ ۶



الف) در شکل شخصی را داخل یک قفس توری فلزی می‌بینید که نوعی از قفس فاراده است. در مورد قفس فاراده و کاربردهایش تحقیق و به کلاس گزارش کنید.

ب) چرا معمولاً شخصی که در داخل اتومبیل یا هواپیماست از خطر آذرخش در امان می‌ماند.

پ) با اعضای گروه خود آزمایش‌های دیگری را طراحی و اجرا کنید که نشان دهد بار اضافی داده شده به رسانا، روی سطح داخلی رسانا توزیع نمی‌شود.

فعالیت ۱ـ ۶



الف) در شکل شخصی را داخل یک قفس توری فلزی می‌بینید که نوعی از قفس فاراده است. در مورد قفس فاراده و کاربردهایش تحقیق و به کلاس گزارش کنید.

ب) تحقیق کنید چرا معمولاً شخصی که در داخل اتومبیل یا هواپیماست از خطر آذرخش در امان می‌ماند.

پ) با اعضای گروه خود آزمایش‌های دیگری را طراحی و اجرا کنید که نشان دهد بار اضافی داده شده به رسانا، روی سطح خارجی آن قرار می‌گیرد.

ظرفیت خازن : اگر اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن (ΔV) را زیاد کنیم، بار خازن (Q) نیز به همان نسبت زیاد می‌شود. به‌عبارتی نسبت $\frac{Q}{\Delta V}$ همواره مقداری ثابت است که به این نسبت ثابت، ظرفیت خازن می‌گویند و آن را با C نشان می‌دهند. عبارت ظرفیت الکتریکی را نخستین بار ولتا در تشابه با ظرفیت گرمایی به‌کار برد. بنابه دلایل تاریخی، قدرمطلق اختلاف پتانسیل ΔV بین دو صفحهٔ خازن را با V نمایش می‌دهند. بنابراین :

ظرفیت خازن : اگر اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن (ΔV) را زیاد کنیم، بار خازن (Q) نیز به همان نسبت زیاد می‌شود. به‌عبارتی نسبت $\frac{Q}{\Delta V}$ همواره مقداری ثابت است که به این نسبت ثابت، ظرفیت خازن می‌گویند و آن را با C نشان می‌دهند. ظرفیت خازن به اندازهٔ بار خازن و نیز اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ آن بستگی ندارد. عبارت ظرفیت الکتریکی را نخستین بار ولتا در تشابه با ظرفیت گرمایی به‌کار برد. بنابه دلایل تاریخی، قدرمطلق اختلاف پتانسیل ΔV بین دو صفحهٔ خازن را با V نمایش می‌دهند. بنابراین :

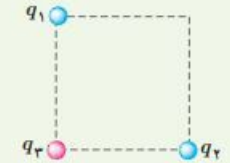
۱ یک میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میلهٔ پلاستیکی $-۱۲/۸\,nC$ می‌شود.
الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچهٔ پشمی چقدر است؟
ب) تعداد الکترون‌های منتقل‌شده از پارچهٔ پشمی به میلهٔ پلاستیکی را محاسبه کنید.

۲ الف) بار الکتریکی اتم و هستهٔ اتم کربن ($_{۶}^{۱۲}C$) چند کولن است؟
ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده (C^{+}) چقدر است؟

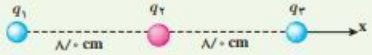
۱ـ۳ قانون کولن

۳ دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_۱=۴/۰\,nC$ و $q_۲=-۶/۰\,nC$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصلهٔ $r=۳۰\,cm$ از هم دور می‌کنیم. نیروی برهم‌کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

۴ سه ذرهٔ باردار $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع $۳/۰\,m$ ثابت شده‌اند. اگر $q_۱=q_۲=-۵/۰\,\mu C$ و $q_۳=+۰/۲۰\,\mu C$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ را برحسب بردارهای یکهٔ $\vec{i}$ و $\vec{j}$ تعیین کنید.



۵ بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_۱=-۴/۰\,nC$، $q_۲=+۵/۰\,nC$ و $q_۳=-۴/۰\,nC$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای $q_۲$ و $q_۳$ را محاسبه کنید.

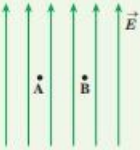


۶ در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $۰/۲۵\,g$ و بار یکسان مثبت q در فاصلهٔ $۱/۰\,cm$ از هم قرار دارند، به‌طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.
الف) اندازهٔ بار q را به‌دست آورید.
ب) تعداد الکترون‌های کنده‌شده از هر گوی چقدر است؟



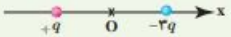
از یک ذرهٔ باردار و خطوط میدان الکتریکی

۷ یک ذرهٔ باردار را یک‌بار در نقطهٔ A و بار دیگر در نقطهٔ B قرار می‌دهیم. نیرویی که از طرف میدان الکتریکی بر این ذرهٔ باردار در این دو نقطه وارد می‌شود را مقایسه کنید.



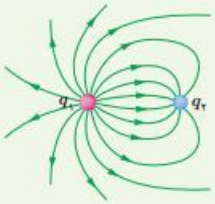
۸ هستهٔ اتم آهن شعاعی در حدود $۴/۰\times۱۰^{-۱۵}\,m$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است. الف) بزرگی نیروی دافعهٔ بین دو پروتون این هسته که به فاصلهٔ $۴/۰\times۱۰^{-۱۵}\,m$ از هم قرار دارند چقدر است؟ ب) اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصلهٔ $۱/۰\times۱۰^{-۱۰}\,m$ از مرکز هسته چقدر است؟

۹ شکل زیر، دو ذرهٔ باردار را نشان می‌دهد که در جای خود روی محور x ثابت شده‌اند. بارها در فاصلهٔ یکسان a از مبدأ مختصات (نقطهٔ O) قرار دارند.
الف) در کجای این محور (غیر از بی‌نهایت) نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برایند برابر با صفر است؟ ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برایند در مبدأ مختصات را بیابید.



۱۰ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۴/۹\times۱۰^{۵}\,N/C$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذرهٔ بارداری به جرم $۲/۰\,g$ معلّق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g=۹/۸N/kg$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

۱۱ خطوط میدان الکتریکی برای دو کرهٔ رسانای باردار کوچک در شکل زیر نشان داده شده است. نوع بار هر کره را تعیین کرده و اندازهٔ آنها را مقایسه کنید.



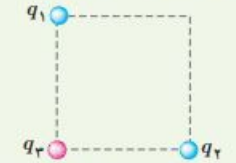
۱ یک میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میلهٔ پلاستیکی $-۱۲/۸\,nC$ می‌شود.
الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچهٔ پشمی چقدر است؟
ب) تعداد الکترون‌های منتقل‌شده از پارچهٔ پشمی به میلهٔ پلاستیکی را محاسبه کنید.

۲ الف) بار الکتریکی اتم و هستهٔ اتم کربن ($_{۶}^{۱۲}C$) چند کولن است؟
ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده (C^{+}) چقدر است؟

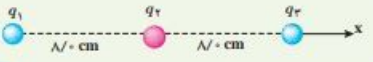
۱ـ۳ قانون کولن

۳ دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_۱=۴/۰\,nC$ و $q_۲=-۶/۰\,nC$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصلهٔ $r=۳۰\,cm$ از هم دور می‌کنیم. نیروی برهم‌کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

۴ سه ذرهٔ باردار $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع $۳\,m$ ثابت شده‌اند. اگر $q_۱=q_۲=-۵\,\mu C$ و $q_۳=+۰/۲\,\mu C$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ را برحسب بردارهای یکهٔ $\vec{i}$ و $\vec{j}$ تعیین کنید.



۵ بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_۱=-۴/۰\,nC$، $q_۲=+۵/۰\,nC$ و $q_۳=-۴/۰\,nC$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای $q_۲$ و $q_۳$ را محاسبه کنید.

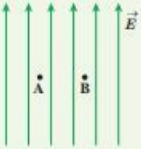


۶ در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $۲/۵\,g$ و بار یکسان مثبت q در فاصلهٔ $۱/۰\,cm$ از هم قرار دارند، به‌طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.
الف) اندازهٔ بار q را به‌دست آورید.
ب) تعداد الکترون‌های کنده‌شده از هر گوی چقدر است؟



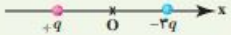
از یک ذرهٔ باردار و خطوط میدان الکتریکی

۷ یک ذرهٔ باردار را یک‌بار در نقطهٔ A و بار دیگر در نقطهٔ B قرار می‌دهیم. نیرویی که از طرف میدان الکتریکی بر این ذرهٔ باردار در این دو نقطه وارد می‌شود را مقایسه کنید.



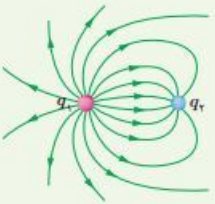
۸ هستهٔ اتم آهن شعاعی در حدود $۴/۰\times۱۰^{-۱۵}\,m$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است. الف) بزرگی نیروی دافعهٔ بین دو پروتون این هسته که به فاصلهٔ $۴/۰\times۱۰^{-۱۵}\,m$ از هم قرار دارند چقدر است؟ ب) اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصلهٔ $۱/۰\times۱۰^{-۱۰}\,m$ از مرکز هسته چقدر است؟

۹ شکل زیر، دو ذرهٔ باردار را نشان می‌دهدکه در جای خود روی محور x ثابت شده‌اند. بارها با فاصلهٔ یکسان a از مبدأ مختصات (نقطهٔ O) قرار دارند.
الف) در کجای این محور (غیر از بی‌نهایت) نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برایند برابر با صفر است؟ ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برایند در مبدأ مختصات را بیابید.



۱۰ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۵/۰\times۱۰^{۵}\,N/C$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذرهٔ بارداری به جرم $۲/۰\,g$ معلّق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g=۱۰\,N/kg$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

۱۱ خطوط میدان الکتریکی برای دو کرهٔ رسانای باردار کوچک در شکل زیر نشان داده شده است. نوع بار هر کره را تعیین کرده و اندازهٔ آنها را مقایسه کنید.



۱۲ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +1/0\,nC$ و $q_2 = -1/0\,nC$ مطابق شکل زیر به فاصلهٔ $6/0\,cm$ از یکدیگر قرار دارند.

الف) جهت و اندازهٔ میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به‌دست آورید.

ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟



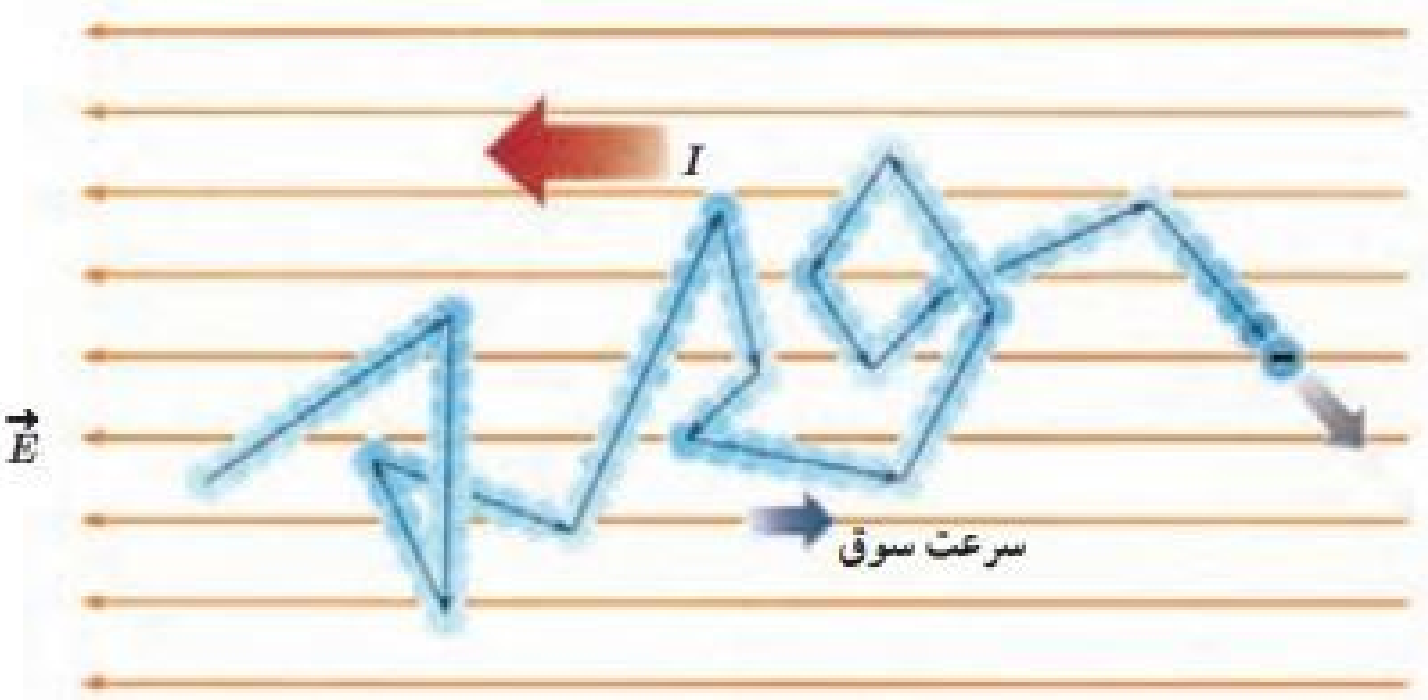
۱۲ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +1/0\,nC$ و $q_2 = -1/0\,nC$ مطابق شکل زیر به فاصلهٔ $6/0\,cm$ از یکدیگر قرار دارند.

الف) جهت و اندازهٔ میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به‌دست آورید.

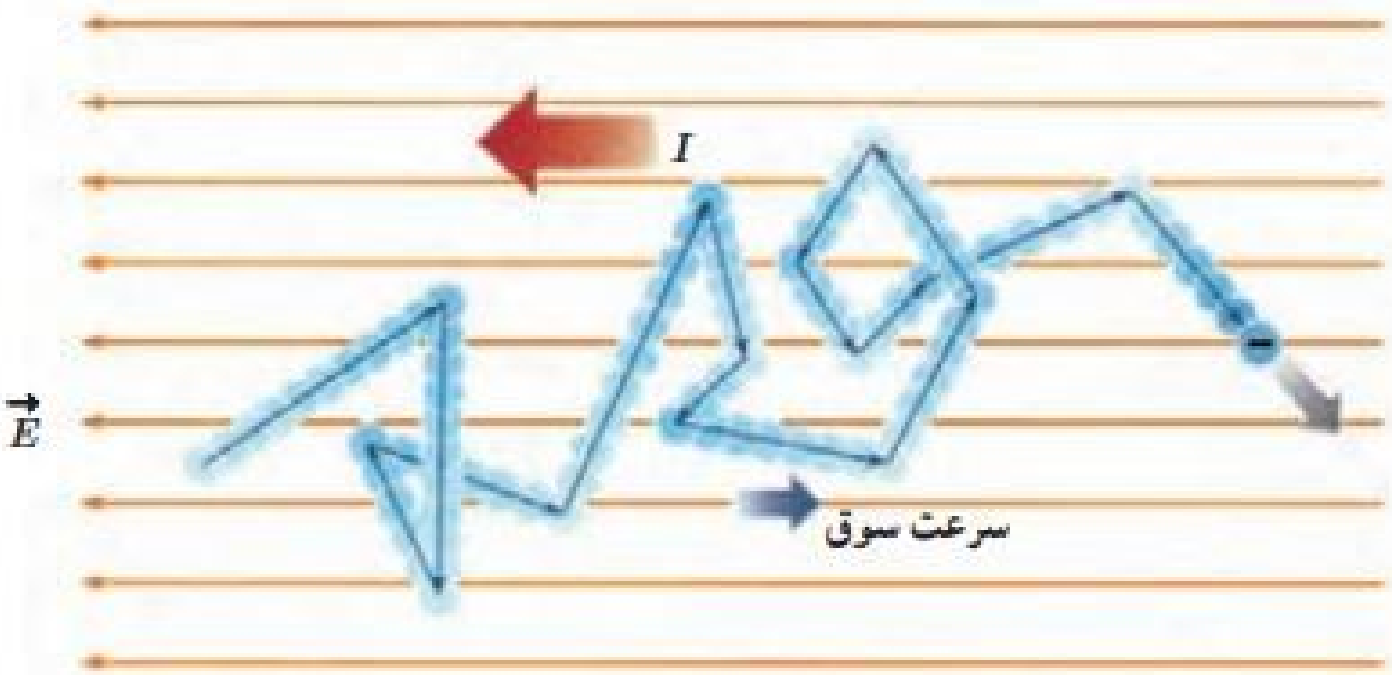
ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟



برقراری جریان الکتریکی در رسانا می‌شود (شکل ۲ــ۷). اندازهٔ سرعت سوق در یک رسانای فلزی در مقایسه با تندی کاتوره‌ای الکترون‌های آزاد، بسیار کم و مثلاً در سیم‌های مسی از مرتبه بزرگی $10^{-5}\ m/s$ یا $10^{-4}\ m/s$ است. توجه کنید که جهت قراردادی جریان الکتریکی I، برخلاف جهت سوق الکترون‌هاست.

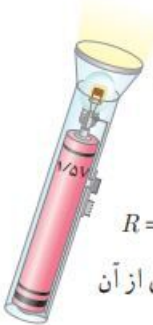


برقراری جریان الکتریکی در رسانا می‌شود (شکل ۲ــ۷). اندازهٔ سرعت سوق در یک رسانای فلزی بسیار کم و مثلاً در سیم‌های مسی از مرتبه بزرگی 10^{-5} m/s یا 10^{-4} m/s است. توجه کنید که جهت قراردادی جریان الکتریکی I، برخلاف جهت سوق الکترون‌هاست.



شکل ۲ــ۷ مسیر زیگزاگ یک الکترون آزاد در یک رسانای فلزی. در حضور میدان

مثال ۲ــ۲



یک لامپ چراغ قوهٔ کوچک از یک باتری ۱/۵V، جریانی برابر ۰/۳۰A می‌کشد. با فرض آنکه رشتهٔ لامپ، یک رسانای اُهمی باشد، الف) مقاومت آن چقدر است؟ ب) اگر باتری ضعیف شود و ولتاژ به ۱/۲V افت کند، جریان چقدر می‌شود؟

پاسخ : الف) با استفاده از رابطهٔ ۲ــ۲ برای مقاومت رشتهٔ لامپ داریم :

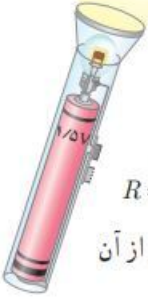
$$R = \frac{V}{I} = \frac{۱/۵\text{V}}{۰/۳۰\text{A}} = ۵/۰\Omega$$

ب) دوباره از رابطهٔ ۲ــ۲ استفاده می‌کنیم. با توجه به اینکه اکنون مقاومت رشتهٔ لامپ را داریم، جریان عبوری از آن چنین می‌شود :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{۱/۲\text{V}}{۵/۰\Omega} = ۰/۲۴\text{A}$$

مثال ۲ــ۲

یک لامپ چراغ قوهٔ کوچک از یک باتری ۱/۵V، جریانی برابر ۰/۳۰A می‌کشد. با فرض آنکه رشتهٔ لامپ، یک رسانای اُهمی باشد، الف) مقاومت آن چقدر است؟ ب) اگر باتری ضعیف شود و ولتاژ به ۱/۲V افت کند، جریان چقدر می‌شود؟ از تغییر مقاومت رشتهٔ لامپ در اثر تغییر دما چشم پوشی می‌شود.



پاسخ : الف) با استفاده از رابطهٔ ۲ــ۲ برای مقاومت رشتهٔ لامپ داریم :

$$R=\frac{V}{I}=\frac{۱/۵\text{V}}{۰/۳۰\text{A}}=۵/۰\Omega$$

ب) دوباره از رابطهٔ ۲ــ۲ استفاده می‌کنیم. با توجه به اینکه اکنون مقاومت رشتهٔ لامپ را داریم، جریان عبوری از آن چنین می‌شود :

$$I=\frac{V}{R}=\frac{۱/۲\text{V}}{۵/۰\Omega}=۰/۲۴\text{A}$$