

میدان الکتریکی یکنواخت : اگر دوباره اسباب فعالیت ۱-۳ را سوار کنید و این بار الکترودهای نقطه‌ای را با دو صفحه فلزی موازی جایگزین کنید و دوباره به سمت گیری دانه‌ها در فضای بین دو الکترود توجه کنید، طرحی از خطوط میدان الکتریکی را مشاهده می‌کنید که در شکل ۱-۱۹ نشان داده شده است. خطوط این میدان، در فضای بین دو صفحه و دور از لبه‌های صفحات، مستقیم، موازی و هم‌فاصله‌اند؛ یعنی بردار میدان در تمام نقاط بین دو صفحه هم‌اندازه و هم‌جهت است. به چنین میدانی، میدان الکتریکی یکنواخت گفته می‌شود (شکل ۱-۲۰).

نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی : گرچه برای تعریف میدان الکتریکی یک جسم باردار از بار آزمون مثبت استفاده کردیم، ولی وجود این میدان مستقل از بار آزمون است. بنابراین، اگر بار الکتریکی q در میدان الکتریکی $\vec{E}$ ناشی از اجسام باردار دیگری قرار گیرد، این میدان بر آن نیروی $\vec{F}$ را وارد می‌کند. نیروی $\vec{F}$ از رابطه زیر به دست می‌آید :

میدان الکتریکی یکنواخت: اگر دوباره اسباب فعالیت ۱-۳ را سوار کنید و این بار الکترودهای نقطه‌ای را با دو صفحه فلزی موازی جایگزین کنید و دوباره به سمت گیری دانه‌ها در فضای بین دو الکتروود توجه کنید، طرحی از خطوط میدان الکتریکی را مشاهده می‌کنید که در شکل ۱-۱۹ نشان داده شده است. خطوط این میدان، در فضای بین دو صفحه و دور از لبه‌های صفحات، مستقیم، موازی و هم‌فاصله‌اند؛ یعنی بردار میدان در این نقاط هم‌اندازه و هم‌جهت است. به چنین میدانی، میدان الکتریکی یکنواخت گفته می‌شود (شکل ۱-۲۰).

نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی: گرچه برای تعریف میدان الکتریکی یک جسم باردار از بار آزمون مثبت استفاده کردیم، ولی وجود این میدان مستقل از بار آزمون است. بنابراین، اگر بار الکتریکی ذره‌ای q در میدان الکتریکی $\vec{E}$ ناشی از اجسام باردار دیگری قرار گیرد، این میدان بر آن نیروی $\vec{F}$ را وارد می‌کند. نیروی $\vec{F}$ از رابطه زیر به دست می‌آید:

تمرین ۱-۲

روی سطح بادکنکی به جرم $g/10^\circ$ بار الکتریکی $nC/20^\circ -$ ایجاد می کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید. اندازه نیروی شناوری روبه بالای وارد بر بادکنک را $N/50^\circ$ فرض کنید.

تمرین ۱-۲

روی سطح بادکنکی به جرم 10^{-6}g بار الکتریکی -200 nC 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.



الف) در شکل شخصی را داخل یک قفس توری فلزی می بینید 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 می ماند.

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

نمی شود.



الف) در شکل شخصی را داخل یک قفس توری فلزی می بینید 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 می ماند.

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

ظرفیت خازن : اگر اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن (ΔV) را زیاد کنیم، بار خازن (Q) نیز به همان نسبت زیاد می‌شود. به عبارتی 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 اندازه بار خازن و نیز اختلاف پتانسیل دو صفحه آن بستگی ندارد. عبارت ظرفیت الکتریکی را نخستین بار ولتا در تشابه با ظرفیت گرمایی به کار برد. بنابه دلایل تاریخی، قدر مطلق اختلاف پتانسیل ΔV بین دو صفحه 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. به عبارتی 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 به کار برد. بنابه دلایل تاریخی، قدر مطلق اختلاف پتانسیل ΔV بین دو صفحه خازن را با V نمایش می‌دهند. بنابراین :

لکچر



به عنوان مثالی از کاربرد دی الکتریک، خازن تختی را در نظر بگیرید. آزمایش و محاسبه نشان می دهد که ظرفیت یک خازن تخت با مساحت صفحه های A و فاصله جدایی صفحه های d ، از رابطه زیر به دست می آید :

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$$

(۱۷-۱)

ظرفیت خازن تخت : آزمایش و محاسبه نشان می دهد که ظرفیت یک خازن تخت با مساحت صفحه های A و فاصله جدایی صفحه های d ، از رابطه زیر به دست می آید :

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$$

(۱۷-۱)

۱۱ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $5/0 \times 10^5 \text{ N/C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره بار داری به جرم $2/0 \text{ g}$ معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = 10 \text{ N/kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

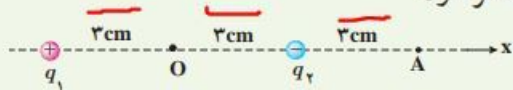
۱۲ شکل زیر دو آرایه مربعی از ذرات باردار را نشان می دهد. مربع ها که در نقطه P هم مرکزند، همدیف نیستند. ذره ها روی محیط مربع به فاصله d یا $d/2$ از هم قرار گرفته اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برابند در نقطه P چیست؟

$$d \quad -2q$$

۱۵ دو بار الکتریکی نقطه ای غیرهمنام $q_1 = +1/0 \text{ nC}$ و $q_2 = -1/0 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله $6/0 \text{ cm}$ از یکدیگر قرار دارند.

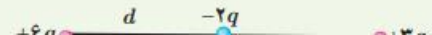
الف) جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه های O و A به دست آورید.

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



۱۱ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $\frac{4}{9} \times 10^5 \text{ N/C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره بارداری به جرم $2 \times 10^{-6} \text{ g}$ معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = 9.8 \text{ N/kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

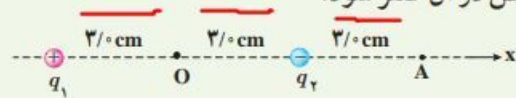
۱۲ شکل زیر دو آرایه مربعی از ذرات باردار را نشان می دهد. مربع ها که در نقطه P هم مرکزند، همدیف نیستند. ذره ها روی محیط مربع به فاصله d یا $d/2$ از هم قرار گرفته اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در نقطه P چیست؟



۱۵ دو بار الکتریکی نقطه ای غیرهمنام $q_1 = +1 \times 10^{-6} \text{ nC}$ و $q_2 = -1 \times 10^{-6} \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله $6 \times 10^{-2} \text{ cm}$ از یکدیگر قرار دارند.

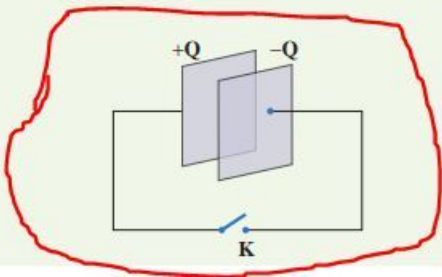
الف) جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه های O و A به دست آورید.

ب) آیا روی محور، نقطه ای وجود دارد که میدان الکتریکی خالص در آن صفر شود؟



۱-۱۲ انرژی خازن

۳۱ دو صفحه خازن تخت بارداری را همانند شکل با بستن کلید به هم وصل می‌کنیم، در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله آنها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقه حاصل بزرگ‌تر از قبل می‌شود، یا کوچک‌تر و یا تغییری نمی‌کند؟ توضیح دهید.

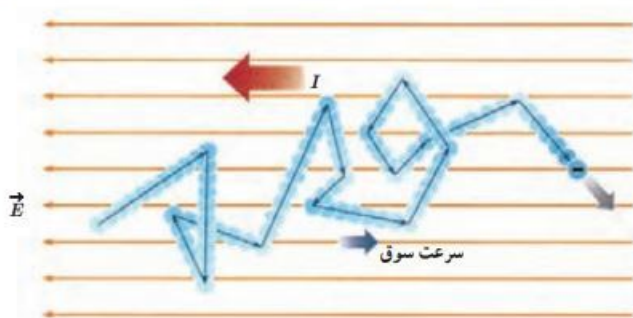


۱-۱۲ انرژی خازن

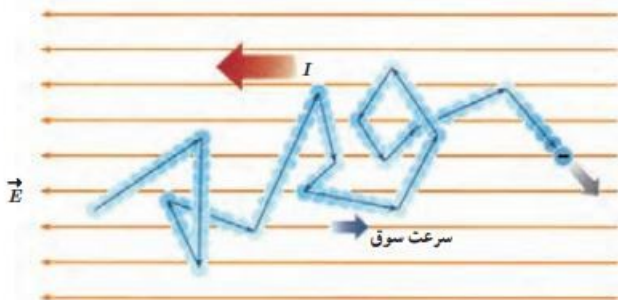
۳۱ دو صفحه خازن تخت بارداری را به هم وصل می‌کنیم. در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله آنها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقه حاصل بزرگ‌تر از قبل می‌شود، یا کوچک‌تر و یا تغییری نمی‌کند؟ توضیح دهید. ~~X~~

۳۲ ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است.

برقراری جریان الکتریکی در رسانا می‌شود (شکل ۲-۷). اندازه سرعت سوق در یک رسانای فلزی در مقایسه با تندی کاتوره‌های 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 می شود (شکل ۲-۷). اندازه سرعت سوق در یک رسانای فلزی بسیار کم و مثلاً در سیم های 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 الکترون هاست.



شکل ۲-۷ مسیر زیگزاگ یک الکترون آزاد در یک رسانای فلزی. در حضور میدان

یک لامپ چراغ قوه کوچک از یک باتری $1.5V$ ، جریانی برابر $0.3A$ می کشد. با فرض آنکه رشته لامپ، یک رسانای اهمی باشد، الف) مقاومت آن چقدر است؟ ب) اگر باتری ضعیف شود و ولتاژ به $1.2V$ افت کند، جریان چقدر می شود؟ از تغییر مقاومت رشته لامپ در اثر تغییر دما چشم پوشی می شود.

پاسخ: الف) با استفاده از رابطه ۲-۲ برای مقاومت رشته لامپ داریم:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1.5V}{0.3A} = 5\Omega$$

ب) دوباره از رابطه ۲-۲ استفاده می کنیم. با توجه به اینکه اکنون مقاومت رشته لامپ را داریم، جریان عبوری از آن چنین می شود:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.2V}{5\Omega} = 0.24A$$



یک لامپ چراغ قوه کوچک از یک باتری $1.5V$ ، جریانی برابر $0.3A$ می کشد. با فرض آنکه رشته لامپ، یک رسانای اهمی باشد، الف) مقاومت آن چقدر است؟ ب) اگر باتری ضعیف شود و ولتاژ به $1.2V$ افت کند، جریان چقدر می شود؟ ~~×~~ ~~×~~

پاسخ: الف) با استفاده از رابطه ۲-۲ برای مقاومت رشته لامپ داریم:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1.5V}{0.3A} = 5\Omega$$

ب) دوباره از رابطه ۲-۲ استفاده می کنیم. با توجه به اینکه اکنون مقاومت رشته لامپ را داریم، جریان عبوری از آن

چنین می شود:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.2V}{5\Omega} = 0.24A$$

