درست و نادرست

- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

☒ ۱) یک کولن مقدار بار کوچکی است.

یک کولن مقدار بار بسیار زیادی است، به طوری که بار الکتریکی‌ای که توسط آذرخش تخلیه می‌شود در حدود ۱۰ کولن است.

☑ ۲) جسمی که تعداد الکترون‌هایش کمتر از تعداد پروتون‌های آن می‌شود بار الکتریکی خالص مثبت پیدا می‌کند.

☒ ۳) نام‌گذاری بار به‌صورت مثبت و منفی تنها راه برای نام‌گذاری بار بوده است.

مثبت و منفی بودن فقط یک نام‌گذاری است و می‌تواند هر اسم دیگری داشته باشد. ولی مزیت این نام‌گذاری به صورت مثبت و منفی این است که یک جسم که به مقدار مساوی از بار مثبت و منفی داشته باشد بار خالصش صفر می‌شود.

☒ ۴) اجسام با بار مثبت یکدیگر را جذب و اجسام با بار منفی یکدیگر را دفع می‌کنند.

اجسام با بار هم‌نام، یکدیگر را دفع می‌کنند و اجسام با بار ناهم‌نام یکدیگر را جذب می‌کنند.

☒ ۵) بار الکتریکی در ماده همواره کمیتی پیوسته است که نمی‌تواند کمتر از بار الکتریکی پایه باشد.

بار الکتریکی یک کمیت کوانتیده است و همیشه مضرب صحیحی از بار پایه است.

☑ ۶) با مالش یک میله شیشه ای به پارچه ابریشمی الکترونها از میله شیشه ای به پارچه ابریشمی منتقل میشوند.

☒ ۷) در سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک) پلاستیک از پشم به انتهای مثبت نزدیک‌تر است.

وقتی میله‌ی پلاستیکی را به پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم میله‌ی پلاستیکی بارش منفی می‌شود. پس باید به انتهای منفی سری نزدیک‌تر باشد.

☑ ۸) ایجاد بار به روش القا مختص رساناها است.

☒ ۹) بر اثر مالش دو جسم خنثی که به انتهای منفی سری الکتریسیته مالشی نزدیک هستند بار دو جسم منفی می‌شوند.

می‌دانیم در اثر مالش دو جسم خنثی به هم حتما دو جسم بار مخالف هم پیدا می‌کنند و فرقی ندارد در کجای سری قرار دارند.

☒ ۱۰) در اثر مالش دو جسم الکترون تولید می‌شود.

بار می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود، ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد.

☑ ۱۱) بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک ذره‌ی باردار در هر نقطه، با اندازه‌ی بار ذره نسبت مستقیم دارد. (تجربی شهریور ۹۴)

☒ ۱۲) بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک ذره‌ی باردار با فاصله از آن رابطه‌ی عکس دارد.

بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک ذره‌ی باردار با **مجذور** فاصله از آن رابطه‌ی عکس دارد.

☒ ۱۳) بردار میدان الکتریکی حاصل از یک ذره‌ی باردار همواره در جهت نزدیک شدن به آن است.

بردار میدان الکتریکی حاصل از بار مثبت در جهت دور شدن از آن است و برای بار منفی در جهت نزدیک شدن به آن است.

☒ ۱۴) یکای میدان الکتریکی در SI کولن بر مترمربع است. (تجربی خرداد ۹۶)

یکای میدان الکتریکی در SI نیوتن بر کولن است.

☒ ۱۵) وجود میدان در هر نقطه وابسته به وجود بار در آن نقطه است.

گرچه برای تعریف میدان الکتریکی یک جسم باردار از بار آزمون مثبت استفاده کردیم، ولی وجود این میدان مستقل از بار آزمون است.

☒ ۱۶) وقتی می‌گوییم باتری ۱۲ ولت است یعنی ولتاژ سر مثبت آن ۱۲ ولت است.

وقتی می‌گوییم باتری ۱۲ ولت است یعنی **اختلاف** پتانسیل پایانه‌ی مثبت آن با پایانه‌ی منفی آن ۱۲ ولت است.

☑ ۱۷) میدان الکتریکی خالص درون یک رسانا که با عایق از اطراف خود جدا شده است صفر است.

☒ ۱۸) اگر بار مثبت را به داخل یک استوانه رسانای توخالی بدهیم، بار سطح داخلی مثبت و بار سطح خارجی منفی می‌شود.

بار مثبت در سطح خارجی استوانه قرار خواهد گرفت.

☑ ۱۹) بار الکتریکی اضافی داده شده به یک رسانا که به‌طور الکتریکی از محیط اطراف خود با عایق جدا شده است، روی سطح خارجی آن قرار می‌گیرد.

☑ ۲۰) تراکم بار الکتریکی در نقطه‌های نوک تیز سطح یک جسم رسانا، بیشتر از نقطه‌های دیگر است.

☒ ۲۱) ظرفیت خازن به بار ذخیره‌شده در آن وابسته است.

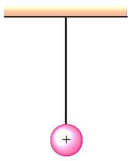
ظرفیت خازن به بار خازن و اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی آن بستگی ندارد.

☒ ۲۲) جهت میدان الکتریکی در خلاف جهت نیروی وارد بر بار آزمون در آن نقطه است.

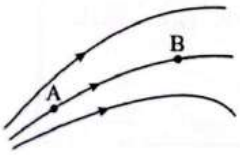
جای خالی

- در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

۱. بار الکتریکی به‌وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود، به این بیان ...پایستگی بار... گفته می‌شود.
۲. بار الکتریکی ...مضرب صحیحی... از یک بار پایه است که به آن بار بنیادی می‌گوییم.
۳. نوع باری که دو جسم بر اثر مالش پیدا می‌کنند به ...جنس... آن‌ها بستگی دارد.
٤. نوع بار یک جسم باردار را ...می‌توانیم.... به کمک الکتروسکوپ تعیین کنیم.
٥. بر اثر مالش دو جسم، جسمی که الکترون‌خواهی ...کم‌تری... دارد، الکترون از دست می‌دهد.
٦. یک میله ی نارسانا که بار الکتریکی آن مثبت است، به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم و در این حالت دست دیگر خود را به کلاهک می زنیم و جدا می کنیم. با دور کردن میله باردار از کلاهک کلاهک دارای بار الکتریکی ...منفی... می‌شود و ورقه‌ها با بار ...منفی... از هم دور می‌شوند.
۷. اندازه‌ی بار یک الکترون دقیقاً برابر اندازه‌ی بار یک ...پروتون... است.
۸. در شکل زیر گلوله‌ی فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره‌ی فلزی خنثی را که دارای دسته‌ی نارسانا است، به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که گلوله ...جذب... می‌شود. وقتی تماس حاصل شد، کره را جدا کرده و دوباره به آرامی آن را به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود گلوله...دفع... می‌شود. (برگرفته از کنکور سراسری تجربی ۸۶)



۹. نیرویی که دو جسم باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند، ...نیروی الکتریکی... نام دارد.
۱۰. نیروی الکتریکی که دو ذره‌ی باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند ...هم‌راستا... و در جهت مخالف یکدیگرند. (تجربی دی ۹۰)
۱۱. نیروی الکتریکی بین دو ذره‌ی باردار، با حاصل‌ضرب اندازه‌ی بار الکتریکی دو ذره نسبت ...مستقیم... دارد. (مشابه تجربی دی ۹۵)
۱۲. یک بار الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف خود، خاصیتی ایجاد می‌کند که به آن ...میدان الکتریکی... می‌گویند. (تجربی شهریور ۹۲)
۱۳. نیروی وارد بر بار الکتریکی مثبت آزمون واقع در میدان الکتریکی، با آن میدان ...هم‌جهت... است. (ریاضی خرداد ۹۲)
۱۴. میدان الکتریکی کمیتی ...برداری ... است که یکای آن در SI...نیوتن بر کولن... است. (تجربی دی ۸۸)
۱۵. در هر ناحیه که میدان الکتریکی قوی‌تر باشد، خط‌های میدان به یکدیگر ...نزدیک‌ترند... هستند.
۱۶. خط میدان الکتریکی در هر نقطه، هم‌جهت با نیروی وارد بر ...بارآزمون(بار مثبت)... در آن نقطه است. (تجربی دی ۸۸)
۱۷. در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی ...مماس...بر خط میدان الکتریکی عبوری در آن نقطه و در همان جهت است.
۱۸. در آرایشی از بارها، خطوط میدان الکتریکی از بارهای ...مثبت... شروع و به بارهای...منفی... ختم می‌شود.
۱۹. خطوط میدان در هر نقطه هم‌جهت با بردار ...میدان الکتریکی... در آن نقطه است.
۲۰. انرژی پتانسیل بار الکتریکی q با حرکت در جهت میدان افزایش می‌یابد. دراین‌صورت نوع بار الکتریکی ...منفی... است. (تجربی دی ۹۴)
۲۱. اگر عمود بر خطوط میدان الکتریکی، بار الکتریکی را جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی بار ....ثابت می‌ماند... .
۲۲. مطابق شکل مقابل، اگر در میدان الکتریکی E، الکترونی را از A به B حرکت دهیم، انرژی پتانسیل الکترون...افزایش... می‌یابد.



۲۳. نسبت تغییر انرژی پتانسیل به ...بار... ذره، مستقل از نوع و اندازه‌ی بار الکتریکی است.
۲۴. وقتی به یک جسم ...نارسانا... بار الکتریکی داده می‌شود، بار در محل داده‌شده باقی می‌ماند.
۲۵. میدان الکتریکی خالص در ...درون... جسم رسانای باردار صفر است.
۲۶. خازن وسیله‌ای است که می‌تواند ...بارالکتریکی... و ...انرژی الکتریکی... را در خود ذخیره کند.
۲۷. ظرفیت خازن برابر است با نسبت بار ذخیره‌شده در آن به ...اختلاف پتانسیل... بین دو صفحه‌ی آن.
۲۸. کولن برولت معادل یکای ...فاراده... است.

تعریف کنید.

- بار بنیادی:

اندازه‌ی بار منفی الکترون دقیقا برابر با اندازه‌ی بار مثبت پروتون است. این مقدار را بار بنیادی می‌گویند که برابر است با:

$e = ۱/۶۰۲۱۷۶۵۳ \times ۱۰^{-۱۹} C \approx ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹} C$

- پایستگی بار:

مجموع جبر همه‌ی بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است. به بیان دیگر بار فقط می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود و امکان بوجود آمدن و یا از بین رفتن بار وجود ندارد.

- کوانتیده بودن بار:

همواره بار الکتریکی مشاهده شده جسم مضرب درستی از بار بنیادی است.

- قانون کولن:

قانون کولن بیان می‌کند که:اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط واصل آنها اثر می‌کند با حاصل‌ضرب بزرگی آن‌ها متناسب است و با مربع فاصله‌ی بین آنها نسبت وارون دارد.

- میدان الکتریکی بار:

هر باری خاصیتی در فضای اطراف خود ایجاد می‌کند که به آن میدان الکتریکی می‌گویند.

ابتدا بار آزمون را در نقطه مورد نظر قرار می‌دهیم و نیروی وارد بر آن را اندازه می‌گیریم. میدان الکتریکی در آن نقطه از حاصل تقسیم نیروی وارد بر بار به اندازه‌ی بار تعریف می‌شود.

- میدان الکتریکی یکنواخت:

در میدان یکنواخت خطوط میدان در تمام نقاط هم‌اندازه و هم‌جهت است.

- خازن:

خازن وسیله‌ای الکتریکی است که می‌تواند بار و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند.

- فروریزش الکتریکی:

اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی یک خازن را به اندازه‌ی کافی زیاد کنیم، تعدادی از الکترون‌های اتم‌های ماده‌ی دی‌الکتریک، توسط میدان الکتریکی بین دو صفحه کنده می‌شوند و مسیرهای رسانایی درون دی‌الکتریک ایجاد می‌شود که سبب تخلیه‌ی خازن می‌شود. به این پدیده **فروریزش الکتریکی** ماده‌ی دی‌الکتریک می‌گویند.

گزینه درست را انتخاب کنید.

- کلمه‌ی مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۲۹. مجموع جبری همه‌ی بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی...ثابت... (ثابت/ صفر) است.

۳۰. یک کولن مقدار بار...بزرگی...(بزرگی/ کوچکی) است؛ به‌طوری که در یک آذرخش باری از مرتبه‌ی...C ۱۰... ($10TC$ /$10C$) به زمین منتقل می‌شود.

۳۱. جسمی که در جدول الکتریسیته‌ی مالشی پایین‌تر است، الکترون‌خواهی ...بیشتری... (کمتری/ بیشتری) دارد.

۳۲. با نصف شدن فاصله‌ی بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای، نیروی الکتریکی بین آن‌ها...چهار برابر... (دو برابر/ چهار برابر) می‌شود. (ریاضی خرداد، ۹۱)

۱) کولن به توان دو تقسیم بر نیوتون مترمربع $(\frac{C^2}{N.m^2})$...یکای ضریب گذردهی الکتریکی ε_0... (یکای ضریب گذردهی الکتریکی ε_0/ یکای ضریب قانون کولن k) است.

۲) نیروهای الکتریکی که دو ذره‌ی باردار به یکدیگر وارد می‌کنند، ...خلاف جهت یکدیگر...(هم‌جهت/ خلاف جهت یکدیگر) هستند. (ریاضی خرداد، ۹۵)

۳) اگر فقط اندازه‌ی یکی از بارهای الکتریکی دو برابر شود، اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین دو بار...دوبرابر... (دو برابر/ نصف) می‌شود. (تجربی خرداد، ۹۵)

۴) بزرگی نیروی الکتریکی بین دو ذره‌ی باردار که در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، با مربع فاصله‌ی دو ذره از هم نسبت ...وارون...(مستقیم/ وارون) دارد. (ریاضی شهریور، ۹۵)

۵) هر گاه یک بار الکتریکی منفی را در خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی آن ...کاهش...(کاهش/ افزایش) می‌یابد. (ریاضی شهریور، ۹۴)

۶) اگر علامت کار میدان روی بار الکتریکی ...مثبت...(مثبت/ منفی) باشد، انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد.

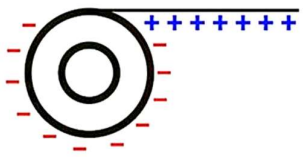
۷) اگر بار الکتریکی مثبت در جهت میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن ...کاهش... (کاهش/ افزایش) می‌یابد. (تجربی خرداد، ۹۲)

۸) عامل شارش بار الکتریکی بین دو نقطه از مدار، وجود...اختلاف... (اختلاف/ انرژی) پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه است.

۹) بار الکتریکی داده‌شده به یک جسم رسانا، در سطح...خارجی... (داخلی/ خارجی) آن توزیع می‌شود.

توضیحی تشریحی

۱- چرا وقتی روکش پلاستیکی را روی یک ظرف غذا می‌کشید و آن را در لبه‌های ظرف فشار می‌دهید، روکش در جای خود ثابت باقی می‌ماند؟



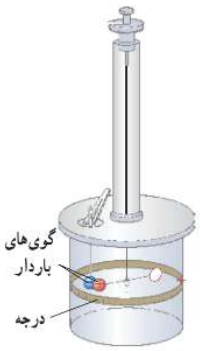
زمانی که روکش پلاستیکی را از لوله مقوایی آن باز می‌کنیم در اثر مالش باردار شده و وقتی آن را به ظرف نزدیک می‌کنیم باعث القای بارالکتریکی در ظرف می‌شود و نیروی جاذبه‌ی بین بارهای ناهم‌نام باعث چسبیدن سلفون و ظرف به هم می‌شوند.

۲- دو اصلی که در مورد بارهای الکتریکی وجود دارد نام ببرید.

–**اصل پایستگی بار:** مجموع جبر همه‌ی بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است. به بیان دیگر بار فقط می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود و امکان بوجود آمدن و یا از بین رفتن بار وجود ندارد.

–**اصل کوانتیده بودن بار:** همواره بار الکتریکی مشاهده شده جسم مضرب درستی از بار بنیادی است.

۳- ترازوی پیچشی کولن چگونه عمل می‌کند؟

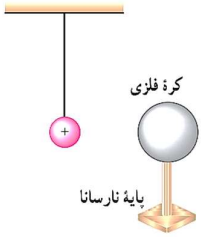


درون ترازو یک بار مثبت بر روی میله ای قرار داده شده است به نحوی که میله آزادانه می‌تواند چرخش داشته باشد. با وارد کردن گوی با بار منفی از محفظه به داخل ترازو بارهای ناهم نام همدیگر را جذب می‌کنند و باعث چرخش میله می‌شوند. هر چه بار گوی بزرگ تر باش میله بیشتر منحرف می‌شود. با توجه به درجه‌های حک شده روی استوانه نیروی بین دوبار از میزان زاویه چرخش بدست می‌آید.

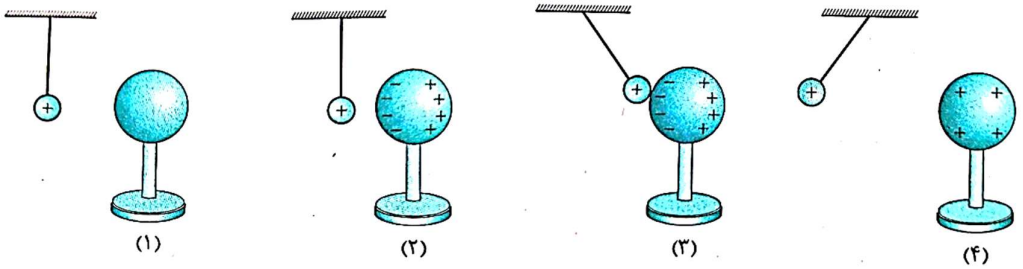
۴- گلوله سبک و رسانایی از نخ عایقی آویزان است. ابتدا آن را با دست لمس می‌کنیم، بعد میله‌ای با بار منفی را به آن نزدیک می‌کنیم، چه اتفاقی روی می‌دهد؟ توضیح دهید. (تجربی دی ۸۴)

وقتی به گلوله دست می‌زنیم گلوله بدون بار می‌شود. زمانی که میله را به گلوله نزدیک می‌کنیم، الکترون‌های آزاد از طرفی که میله به آن نزدیک شده است دور می‌شوند. بنابراین در آن قسمت گلوله بار مثبت القا می‌شود و جذب میله می‌شود. اگر گلوله با میله برخورد کند، چون بار خالص منفی می‌گیرد، پس از تماس دفع می‌شود.

۵- یک کره فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می‌کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید چه اتفاقی می‌افتد؟



اتفاقی مشابه سوال قبل رخ می‌دهد.



۶- در محیط اطراف ما جاذبه‌های الکتریکی بیشتر از دافعه‌های الکتریکی مشاهده می‌شوند. با ذکر دلیل، علت آن را توضیح دهید. (ریاضی شهریور، ۸۵)

دلیل اول: می دانیم معمولا اطراف ما اجسام بدون بار هستند و میدانیم اجسام باردار با نزدیک شدن به اجسام بدون بار، در آن‌ها بار مخالف القا می‌کنند و در نتیجه بر آن‌ها نیروی جاذبه وارد می‌کنند.

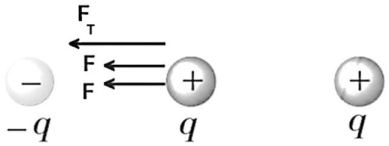
دلیل دوم: بارهای الکتریکی اطراف ما بیشتر به روش مالش ایجاد می‌شوند. یعنی بارها نام‌هم‌نام هستند و یکدیگر را جذب می‌کنند.

۷- سه ذره‌ی باردار مانند شکل روبه‌رو، روی یک خط راست قرار دارند و فاصله‌ی بارهای سمت راست و چپ از بار میانی برابر است.

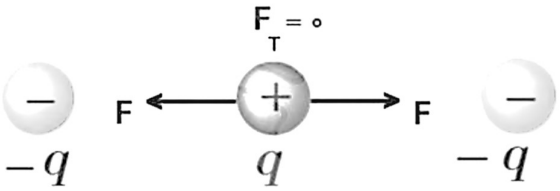
الف) جهت نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی میانی را تعیین کنید.

ب) اگر ذره‌ی سمت راست به‌جای q، بار q− داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار میانی چگونه خواهد بود؟

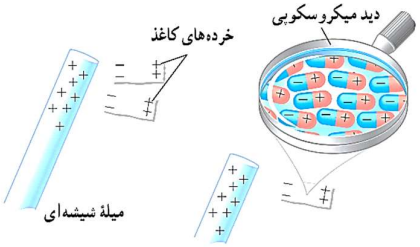
الف) می‌دانیم نیروی بین بارهای ناهم‌نام جاذبه و بین بارهای همنام دافعه است. از طرفی چون اندازه‌ی بارها با هم برابرند، نیروها همانطور که در شکل می‌بینید هم اندازه و هم جهت‌اند و با هم جمع می‌شوند.



ب)همان طور که درشکل پایین می‌بینید نیروها با هم برابر و در جهت‌های مخالف هستند و بنابراین نیروی برآیند وارده برابر صفر است.



۸- با توجه به شکل زیر توضیح دهید چرا یک میله‌ی باردار، خرده‌های کاغذ را می‌رباید؟



میله‌ی شیشه‌ای باردار در فضای اطراف خودش میدان الکتریکی ایجاد می‌کند و مولکول‌های کاغذ در میدان الکتریکی در اثر القا قطبیده می‌شوند. چون بار میله مثبت است پس سر منفی مولکول‌های کاغذ در مقابل میله قرار می‌گیرند و نیروی جاذبه‌ی ایجاد شده باعث جذب خرده‌های کاغذ توسط میله‌ی شیشه‌ای می‌شود.

۹- قاعده‌های رسم خطوط میدان الکتریکی را نام ببرید. (۴ مورد)

–در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی باید مماس بر خط میدان الکتریکی عبوری از آن نقطه و در همان جهت باشد.

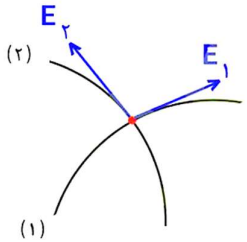
–میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان دهنده‌ی اندازه‌ی میدان در آن ناحیه است. هرجا خطوط میدان متراکم‌تر باشد اندازه‌ی میدان بیشتر است.

–در آرایشی از بارها خطوط میدان الکتریکی از بارهای مثبت شروع و به بارهای منفی ختم می‌شوند.

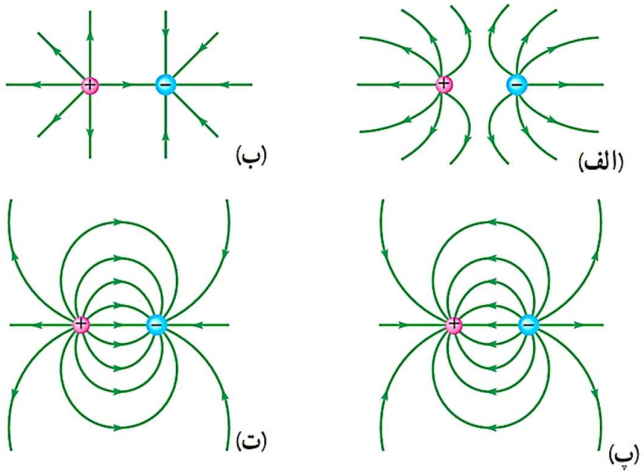
– خطوط میدان برآیند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند. یعنی از هر نقطه‌ی فضا فقط یک خط میدان الکتریکی می‌گذرد.

۱۰- به‌نظر شما چرا خطوط میدان الکتریکی برآیند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند؟

زیرا در هر نقطه از فضا فقط یک میدان برآیند داریم و بنابراین یک خط میدان خواهیم داشت. برای درک بهتر موضوع فرض کنید در یک نقطه از فضا دو خط میدان برآیند داریم که یکدیگر را قطع می‌کنند و این یعنی دو جهت برای میدان الکتریکی. این بدین معناست که اگر بار آزمونی را در این نقطه قرار دهیم به دلیل نیرویی که میدان‌های الکتریکی به آن وارد می‌کنند، این بار در دو جهت شروع به حرکت می‌کند که غیر ممکن است.



۱۱- در شکل‌های زیر، اندازه‌ی دو بار، یکسان ولی علامت آن‌ها مخالف هم است. کدام آرایش‌های خطوط میدان نادرست است؟ دلیل آن را توضیح دهید.



الف) نادرست است زیرا خطوط میدان از بار منفی خارج می‌شوند در حالی که باید به آن وارد شوند.

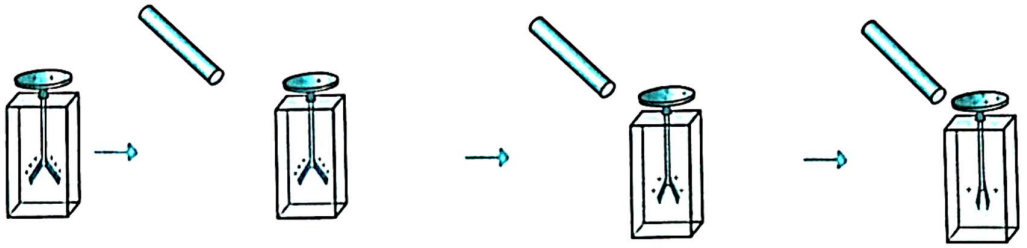
ب) نادرست است، زیرا خطوط میدان رسم شده جهت میدان را برای هر کدام از بارهای مثبت و منفی به درستی نشان می‌دهند، در حالی که جهت میدان برآیند حاصل از دو بار را نشان نمی‌دهند. خطوط میدان برآیند به صورت خطوطی مورب در اطراف بارها خواهد بود.

پ) نادرست است زیرا مانند قسمت (الف) خطوط میدان از بار منفی خارج می‌شوند در حالی که باید به آن وارد شوند.

ت) درست است.

۱۲- با ذکر دلیل بگویید، اگر یک میله‌ی فلزی خنثی را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک کنیم، برای ورقه‌های الکتروسکوپ چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

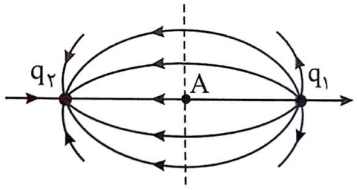
چون الکتروسکوپ باردار است وقتی یک میله‌ی خنثی را به آرامی به کلاهک نزدیک می‌کنیم، در میله بار مخالف القا می‌شود. از این رو بارهای الکتروسکوپ توسط میله جذب می‌شود. با جذب بار توسط میله، بارهای روی ورقه به روی کلاهک می‌آیند و ورقه ها به تدریج بسته می‌شوند.



۱۳- چرا خط‌های میدان الکتریکی یکنواخت، به‌صورت خط‌های راست و موازی با فاصله‌های مساوی با یکدیگرند؟ (تجربی دی، ۹۲)

چون بردار میدان الکتریکی یکنواخت در همه‌ی نقاط بزرگی و جهت ثابتی دارد.

۱۴- خط‌های میدان الکتریکی نشای از دو ذره‌ی باردار q_1 و q_2 مطابق شکل زیر است: (تجربی شهریور، ۹۰)



الف) نوع بار الکتریکی q_1 را تعیین کنید.

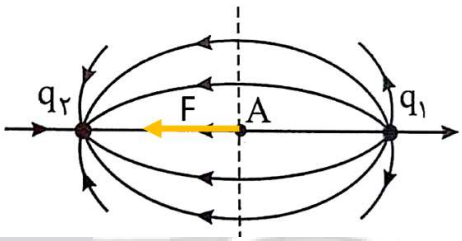
ب) اندازه‌ی بار الکتریکی دو ذره را با یکدیگر مقایسه کنید.

پ) اگر بار الکتریکی مثبت در نقطه‌ی A قرار گیرد، جهت نیروی الکتریکی وارد بر آن را با رسم شکل نشان دهید.

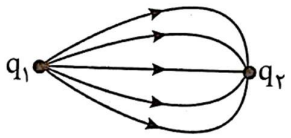
الف) مثبت– چون خطوط میدان از q_1 خارج شده است.

ب) چون خطوط میدان متقارن است، اندازه‌ی بارها مساوی است.

پ)

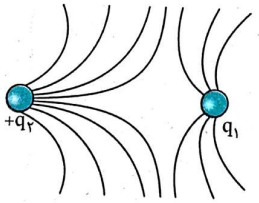


۱۵- با توجه به خط‌های میدان الکتریکی در شکل مقابل، نوع بار q_2 را تعیین کرده و اندازه‌ی دو بار را مقایسه کنید. (تجربی دی، ۹۵)



q_2 منفی است، چون خطوط میدان به آن وارد شده است. از طرفی خطوط میدان اطراف q_1 فشرده‌تر است. بنابراین $|q_2| < |q_1|$

۱۶- مطابق شکل، خطوط میدان الکتریکی در اطراف دو بار الکتریکی رسم شده است.



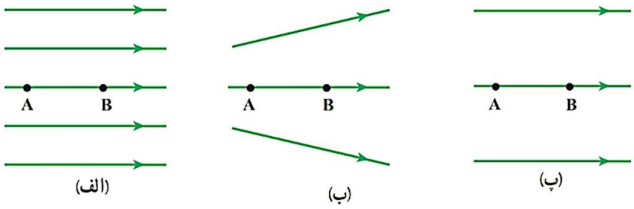
الف) اگر بار q_2 مثبت باشد، نوع بار و جهت خطوط میدان بار q_1 را مشخص کنید.

ب) اندازه‌ی بار q_1 و q_2 را با یکدیگر مقایسه کنید.

الف) با توجه به این که خطوط میدان به صورتی نیست که از یکی شروع شود و به دیگری ختم شود، باید هر دو بار هم‌نام باشند. بنابراین q_1 هم مثبت است.

ب) چون خطوط میدان اطراف q_2 متراکم‌تر است اندازه‌ی بار q_2 بزرگتر از اندازه بار q_1 است.

۱۷- شکل‌های زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهند. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه‌ی A رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه‌ی B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت الکترون در نقطه‌ی B بیشتر است؟ توضیح دهید.



طبق قضیه‌ی کار و انرژی داریم: $\Delta K = W_t$

سرعت اولیه‌ی پروتون صفر است بنابراین: $V_۱ = ۰ \rightarrow K_۱ = ۰ \rightarrow \Delta K = K_۲$

از طرف دیگر $W_t = W_E = |q| Ed\cos\theta$ و این چنین می‌توان نتیجه گرفت:

$$\frac{۱}{۲} m V^۲_{\text{نهایی}} = |q| Ed\cos\theta \rightarrow V = \sqrt{\frac{|q| Ed\cos\theta}{m}}$$

پس هرچه میدان الکتریکی که پروتون در آن قرار دارد بزرگ‌تر باشد، سرعت نهایی ذره بیشتر است. در این سوال خطوط میدان شکل (الف) فشرده‌تر هستند و بنابراین میدان آن بزرگ‌تر است و سرعت نهایی ذره در آن بیشتر است.

اگر بخواهیم سرعت نهایی پروتون را در سه شکل مقایسه کنیم، داریم:

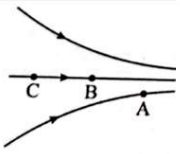
$V_{\text{الف}} > V_{\text{ب}} > V_{\text{پ}}$

زیرا در فاصله‌ی AB میدان شکل (پ) ضعیف‌تر از شکل (ب) است. (به تراکم خطوط میدان توجه شود.)

۱۸- شکل مقابل، خط‌های میدان الکتریکی را در ناحیه‌ای از فضا نشان می‌دهد. (تجربی شهریور، ۹۵)

الف) میدان الکتریکی را در نقطه‌های A و B با یکدیگر مقایسه کنید.

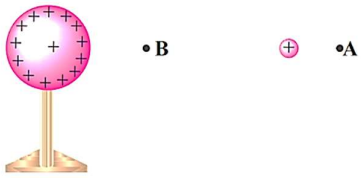
ب) اگر بار الکتریکی q– از نقطه‌ی C تا نقطه‌ی B جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی سامانه چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟



الف) میدان در نقطه‌ی A بیشتر است چون فشردگی خطوط میدان بیشتر است.

ب) افزایش می‌یابد– زیرا حرکت بار منفی در جهت خطوط میدان باعث افزایش انرژی پتانسیل الکتریکی می‌شود.

۱۹- در شکل زیر ذره‌ی باردار مثبت و کوچکی را از نقطه‌ی A به‌سمت کره‌ی باردار که روی پایه‌ی عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم و در نقطه‌ی B قرار می‌دهیم.



الف) در این جابه‌جایی، کارنیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟

ب) انرژی پتانسیل ذره‌ی باردار در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟

پ) پتانسیل نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.

الف) میدان الکتریکی حاصل از کره‌ی باردار از سمت چپ به راست است، زیرا می‌دانیم میدان از بار مثبت خارج می‌شود. بار آزمون را از A تا B و در خلاف جهت میدان (خلاف جهت نیروی الکتریکی وارد بر ذره از طرف میدان) جابه‌جا می‌کنیم. در نتیجه:

$$\theta = ۱۸۰^\circ \rightarrow \cos\theta = -۱$$

و علامت کار طبق رابطه‌ی $W = |q| Ed\cos\theta$ منفی است.

ب) به بیان ساده می دانیم هرگاه یک ذره را با اعمال نیروی خارجی و برخلاف جهت تمایلش جابجا می‌کنیم انرژی پتانسیل آن زیاد می‌شود. به بیان دیگر:

طبق قضیه‌ی کار و انرژی $\Delta K = W_t$

ذره در ابتدا و انتهای مسیر دارای سرعت صفر است و $\Delta K = ۰$، از طرف دیگر کار کل انجام شده در این جابه‌جایی برابر است با کار نیروی الکتریکی به اضافه‌ی کار نیروی خارجی (کاری که ما انجام می‌دهیم):

$$\Delta K = W_t$$

$$W_t = W_E + W_{\text{نیروی خارجی}}$$

$$\Delta K = ۰ \rightarrow W_E + W_{\text{نیروی خارجی}} = ۰ \rightarrow W_{\text{نیروی خارجی}} = -W_E$$

در قسمت الف به‌دست آوردیم که کار نیروی الکتریکی منفی است و بنابراین کار نیروی خارجی مثبت است.

طبق رابطه‌ی $\Delta U = -W_E$ چون $W_E < ۰$ است، در نتیجه $\Delta U > ۰$ و انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد.

پ) به بیان ساده چون میدان در نزدیکی بار قوی‌تر است و بار گوی هم مثبت است می‌دانیم پتانسیل در نقاط نزدیک‌تر به گوی بیشتر است. به بیان دیگر:

با استفاده از رابطه‌ی $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ و با توجه به اینکه ΔU و q هر دو مثبت هستند، نتیجه می‌گیریم که $\Delta V > ۰$ و چون $\Delta V = V_B - V_A$:

$$\Delta V = V_B - V_A \xrightarrow{\Delta V > ۰} V_B - V_A > ۰ \rightarrow V_B > V_A$$

۲۰- نشان دهید در یک میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در سوی خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

$$\Delta U = -W_E = -|q| E d \cos\theta$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta U}{q} = -W_E = -E d \cos\theta$$

طبق این رابطه مشخص است که پتانسیل الکتریکی مستقل از بار جسم است و با توجه به حرکت جسم می تواند افزایش یا کاهش بیابد. اگر در جهت خطوط میدان حرکت کنیم زاویه $\theta = ۰$ می‌شود و بنابراین $\cos\theta = ۱$ می شود و علامت ΔV منفی می‌شود که نشان می‌دهد پتانسیل در حال کاهش است. در صورتی که در خلاف جهت میدان حرکت کنیم با استدلالی مشابه استدلال فوق بدست می‌آوریم که پتانسیل افزایش می‌یابد.

۲۱- نشان دهید در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = -W_E = -E d \cos\theta$$

طبق رابطه ای فوق که در سوال قبل بدست آورده ایم هر گاه در جهت عمود بر خطوط میدان حرکت کنیم اندازه‌ی $\cos\theta = ۰$ می‌شود و بنابراین پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند.

۲۲- لامپ تصویر تلویزیون‌های کاتدی به چه شکلی عمل می‌کرده است؟

در لامپ تصویر تلویزیون‌های کاتدی، الکترون‌ها در میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه‌ی باردار شتاب می‌گیرند و به صفحه‌ی نمایشگر برخورد می‌کنند.

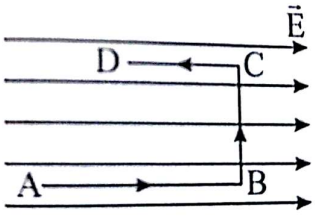
۲۳- قفس فارادی و امن بودن برخورد آذرخش در ماشین نشان‌دهنده‌ی کدام مفهوم فیزیکی است؟

نشان دهنده‌ی این است که بار داخل جسم رسانا برابر صفر است و تمام بار به سطح رسانا منتقل می‌شود.

۲۴- در یک میدان همراه با خازن، شارش بار تا چه زمانی ادامه می‌یابد؟

این شارش بار تا هنگامی ادامه پیدا می‌کند که اختلاف پتانسیل میان دو صفحه‌ی خازن با اختلاف پتانسیل میان دو پایانه‌ی باتری برابر شود.

۲۵- الکترونی را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یکنواخت، مطابق شکل زیر در مسیرهای $B \to C, A \to B$ و $C \to D$ جابه‌جا می‌کنیم. به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید. (ریاضی خرداد، ۹۳)



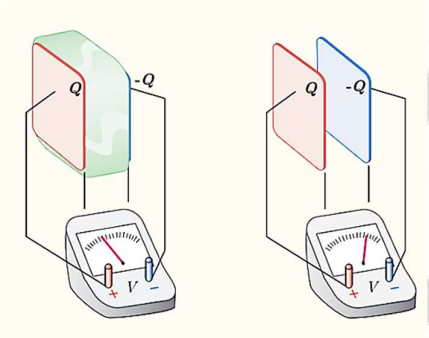
الف) پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A بیشتر است یا نقطه‌ی D؟

ب) در کدام مسیر انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون افزایش می‌یابد؟

الف) نقطه‌ی A

ب) AB– برای بار منفی در جهت میدان الکتریکی انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

۲۶- در شکل زیر صفحه‌های باردار یک خازن تخت را که بین آن‌ها هواست، به ولت‌سنج وصل می‌کنیم. با وارد کردن دی‌الکتریک در بین صفحه‌ها، اختلاف پتانسیل دو صفحه کاهش می‌یابد. علت آن را توضیح دهید.



طبق رابطه‌ی $C = k\varepsilon \frac{A}{d}$ با قرار دادن دی الکتریک در بین صفحات خازن ظرفیت خازن افزایش می‌یابد. هم چنین چون بار صفحات خازن تغییری نمی‌کند طبق رابطه‌ی $V = \frac{q}{C}$ اختلاف پتانسیل بین دوصفحه کاهش می‌یابد.

۲۷- دو صفحه‌ی خازن تخت بارداری را به هم وصل می‌کنیم. در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله‌ی آن‌ها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیاجرقه‌ی حاصل بزرگ‌تر از قبل می‌شود، یا کوچک‌تر و یا تغییری نمی‌کند؟ توضیح دهید.

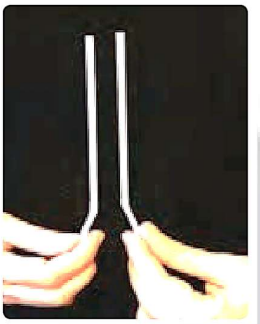
با دو برابر کردن فاصله‌ی بین صفحات خازن، ظرفیت آن نصف می‌شود ($C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d}$) ولی چون بار آن تغییر نمی‌کند، طبق رابطه‌ی $C = \frac{Q}{V} \to V = \frac{Q}{C}$ اختلاف پتانسیل الکتریکی آن دو برابر می‌شود. افزایش اختلاف پتانسیل الکتریکی یعنی افزایش انرژی پتانسیل الکتریکی ($\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$) و این به معنی آن است که هنگام تخلیه‌ی خازن جرقه‌ی پرانرژی‌تر و بزرگ‌تری خواهیم داشت.

۲۹- برای اینکه انرژی خازن را مشاهده کنیم چه روشی را پیشنهاد می‌کنید.

برای اینکه انرژی ذخیره شده در خازن را مشاهده کنیم، کافی است دو سر یک خازن پرشده را به دو سر یک لامپ کوچک وصل کنیم. به شرط آنکه ظرفیت و اختلاف پتانسیل خازن به اندازه‌ی کافی زیاد باشد لامپ برای مدتی روشن و سپس خاموش می‌شود.

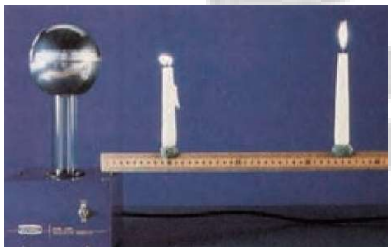
آزمایش کنید.

۱- به کمک دو نی پلاستیکی و پارچه‌ی پشمی آزمایشی طراحی کنید که مشخص کند دو جسم باردار به هم نیرو وارد می‌کنند.



مطابق شکل، دو نی پلاستیکی را از نزدیکی یک انتهای آن‌ها خم می‌کنیم. سپس آن‌ها را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم. با این کار با توجه به سری الکتریسیته‌ی مالشی هر دو نی بار منفی می‌گیرند. اگر دو نی را مانند شکل به هم نزدیک کنیم نیروی دافعه‌ی بین آن‌ها را حس می‌کنیم.

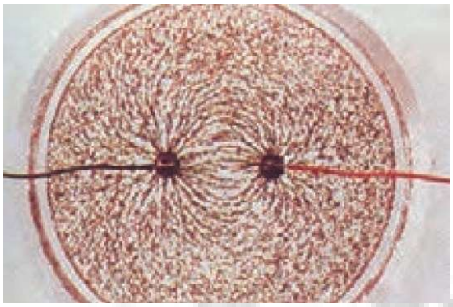
۲- با ۲ دو شمع، مولد وان‌دوگراف و یک خط‌کش، یک آزمایش طراحی کنید که نشان دهد با افزایش با فاصله، میدان الکتریکی کاهش می‌یابد.



دو شمع یکی در فاصله‌ای نزدیک و یکی در فاصله‌ای دور از کلاهک یک مولد وان‌دوگراف قرار گرفته‌اند. همان طور که مشاهده می‌کنیم شعله شمع نزدیک‌تر به سمت کلاهک کشیده شده است. درحالی که شعله‌ی شمع دورتر تغییر چندانی نکرده است. دلیل آن این است که کلاهک مولد وان‌دوگراف بار منفی بزرگی دارد که یون‌های مثبت درون شعله‌ی شمع نزدیک‌تر را به سمت خود می‌کشد. در حالیکه شمع دیگر که در فاصله‌ی دوری از کلاهک قرار گرفته تحت تاثیر میدان الکتریکی ضعیفی قرار دارد.

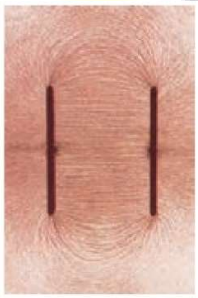
۳- با استفاده از بذر چمن، ورقه آلومینیومی، ظرف شیشه‌ای مناسب، روغن مایع، سیم‌های رابط و مولد وان‌دوگراف، آزمایشی برای مشاهده‌ی طرح خط‌های میدان الکتریکی در اطراف دو بار الکتریکی طراحی کنید. (تجربی خرداد، ۹۵)

داخل ظرف شیشه‌ای مقداری روغن مایع می‌ریزیم و دو ورقه‌ی آلومینیومی را به صورت دو گلوله‌ی کوچک هم اندازه در می‌آوریم و سپس آن‌ها را با سیم‌های رابط به پایانه‌های خروجی مولد وان‌دوگراف وصل می‌کنیم. مولد را روشن می‌کنیم و مقداری بذر چمن را در فضای بین دو گلوله می‌پاشیم. سمت‌گیری دانه‌های بذر در اطراف دو گلوله، طرح‌های خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهند.



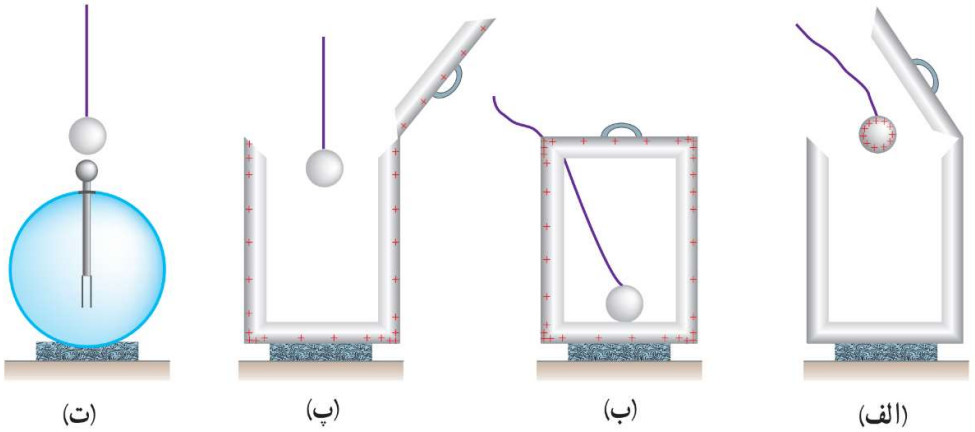
۴- با وسایل آزمایش قبل و دو صفحه‌ی فلزی آزمایشی طراحی کنید که خطوط میدان الکتریکی یکنواخت را نشان دهد.

مانند سوال قبل عمل می‌کنیم. با این تفاوت که این بار صفحات یک الکترود را به وان‌دوگراف وصل می کنیم تا بتوانیم خطوط میدان الکتریکی یکنواخت را بین دوصفحه مشاهده کنیم.



۵- آزمایشی را طراحی کنید که نشان دهد بار روی سطح خارجی رسانا قرار می‌گیرد.

ظرف رسانایی با درپوش فلزی را در نظر بگیرید که روی پایه‌ی نارسانایی قرار دارد و روی درپوش آن دسته‌ای عایق نصب شده است. ابتدا ظرف بدون بار است. یک گوی فلزی را که از نخ عایقی آویزان است باردار و سپس وارد ظرف می‌کنیم. اکنون دو گوی را با کف ظرف تماس می‌دهیم و سپس درپوش فلزی را می‌بندیم. آن‌گاه در پوش فلزی رار با دسته‌ی عایقش برمی‌داریم. پس از خارج کردن گوی فلزی از ظرف، آن را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود عقربه‌ی الکتروسکپ تکان نمی‌خورد. هم چنین اگر ظرف را به الکتروسکوپ نزدیک کنیم، مشاهده می‌شود که عقربه‌های الکتروسکوپ از هم فاصله می‌گیرند. از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که بار اضافی داده شدخ به یک رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود.



۶- با استفاده از وسایل زیر، آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد تراکم بار الکتریکی در نقاط نوک‌تیز سطح جسم رسانای منزوی باردار بیشتر از سایر نقاط آن است.

مخروط فلزی با پایه‌ی عایق، گلوله‌ی کوچک فلزی با دسته‌ی عایق، الکتروسکوپ، مولد وان‌دوگراف. (ریاضی دی، ۹۴)

ابتدا مخروط فلزی را با مولد وان‌دوگراف باردار می‌کنیم. سپس گلوله‌ی فلزی کوچک را از دسته‌ی عایق گرفته و با نوک تیز مخروط تماس می‌دهیم. سپس گلوله را با کلاهک الکتروسکوپ تماس می‌دهیم.مشاهده می‌شود ورقه‌های الکتروسکوپ از هم دور می‌شوند. با تماس دست، گلوله‌ی فلزی و الکتروسکوپ را خنثی می‌کنیم. اینک الکتروسکوپ را از دسته‌ی عایق گرفته و با بدنه‌ی مخروط فلزی تماس داده و سپس آن را با کلاهک الکتروسکوپ تماس می‌دهیم. در این حالت مشاهده می‌شود که ورقه‌های الکتروسکوپ نسبت به حالت قبل انحراف کم‌تری پیدا می‌کنند و این نشان می‌دهد تراکم بار در نقاط نوک تیز سطح جسم رسانا بیشتر است.