



# الکتروسیسته



## فصل ۹

تا حدودی با الکتروسیسته و کاربردهای آن در زندگی روزمره آشنا هستید. دلیل پدیده‌هایی مانند چسبیدن بادکنک به دیوار، انحراف باریکه آب توسط شانه مالش داده شده به موها، وقوع رعد و برق، خوب حالت نگرفتن موها هنگام شانه کردن و کاربردهایی در دستگاه‌های کپی، چاپگر، ال سی دی‌ها، دودکش کارخانه‌ها و حتی جذب بهتر رنگ بر روی بدنه خودروها مربوط به وجود بارهای الکتریکی در آن‌ها است. در ادامه با الکتروسیسته و ویژگی‌های آن بیشتر آشنا می‌شوید.

### ● بار الکتریکی چیست؟

در گذشته با ساختار اتم و ذرات باردار آن یعنی الکترون (دارای بار الکتریکی منفی) و پروتون (دارای بار الکتریکی مثبت) آشنا شده‌اید. اندازه بار هر دوی این ذرات برابر است و تفاوت آن‌ها در نوع بار آن‌ها است.  $(\pm 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$



**نکته:** واحد بار الکتریکی کولن نام دارد که با حرف (C) نشان داده می‌شود.



در حالت خنثی تعداد پروتون‌های موجود در هسته اتم‌های اجسام با تعداد الکترون‌هایی که به دور هسته در گردش‌اند، برابر است. این اجسام از نظر الکتریکی نیز خنثی هستند.

### اجسام باردار

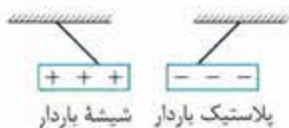
از آن‌جا که جدا کردن پروتون از هسته اتم به آسانی صورت نمی‌گیرد، الکترون است که می‌تواند بین اتم‌ها مبادله شود. اگر یک اتم تعدادی الکترون از دست بدهد و یا به دست آورد، دارای بار الکتریکی می‌شود؛ به این ترتیب توازن بارهای الکتریکی جسم به هم خورده و جسم باردار می‌شود. بار الکتریکی یک جسم از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$\text{اندازه بار یک الکترون } 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} \quad \leftarrow q = ne \quad \leftarrow \text{مقدار بار جسم}$$

**مثال:** اگر جسمی دارای ۱ کولن بار الکتریکی مثبت شده باشد، چند الکترون از دست داده است؟

$$q = ne \Rightarrow 1 = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = \frac{1}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{10^0}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{10^0}{1/6} \times 10^{19} = 6/25 \times 10^{18}$$

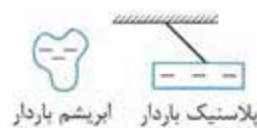
**مثبت یا منفی:** تجربه نشان داده است هنگامی که میله پلاستیکی (ابونیت) را به یک پارچه پشمی یا موها مالش دهیم، میله پلاستیکی بار منفی و پارچه پشمی بار مثبت پیدا می‌کند و هنگامی که یک میله شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی یا نایلونی مالش دهیم، در اثر انتقال الکترون‌ها از میله به پارچه، میله بار مثبت و پارچه بار منفی پیدا می‌کند. آزمایش‌ها نشان می‌دهد که میله پلاستیکی باردار، میله شیشه‌ای باردار را جذب می‌کند، در حالی که میله پلاستیکی باردار به وسیله پارچه ابریشمی باردار دفع می‌شود و میله شیشه‌ای باردار نیز توسط پارچه پشمی باردار دفع می‌شود.



شیشه باردار      پلاستیک باردار



پشم باردار      پلاستیک باردار



ابریشم باردار      پلاستیک باردار



آزمایش‌های نظیر آزمایش قبل منجر به شناخت دو قانون اساسی الکتروستاتیک (الکتریسیته ساکن) شده است که به صورت زیر می‌باشند:

① بارهای هم‌نام (مشابه) یکدیگر را دفع می‌کنند. ② بارهای ناهم‌نام (غیرمشابه) یکدیگر را جذب می‌کنند.

نیروی که بارهای الکتریکی به یکدیگر وارد می‌کنند به ۳ عامل بستگی دارد:

- مقدار بارها
- فاصله بارها
- جنس محیطی که بارها در آن قرار دارند.

**نکته:** نیرویی که جسم باردار (۱) به (۲) وارد می‌کند، با نیرویی که جسم باردار (۲) به (۱) وارد می‌کند، برابر است.  
 $F_{12} = F_{21}$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

k: ضریب قانون کولن که به جنس محیط دربرگیرنده بارها بستگی دارد: (در خلأ  $9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ )

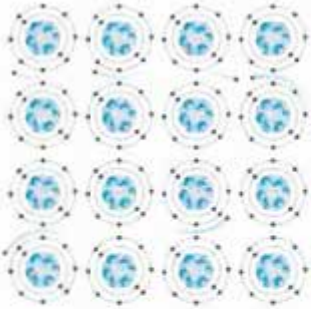
$q_1$ : بار جسم (۱)       $q_2$ : بار جسم (۲)      r: فاصله بارها برحسب متر

**مثال:** دو جسم باردار به یکدیگر  $20 \text{ N}$  نیرو وارد می‌کنند. اگر فاصله آن‌ها را نصف و مقدار بار هر یک را دو برابر کنیم، چه نیرویی به هم وارد می‌کنند؟

نیروی جدید را  $F'$  در نظر می‌گیریم.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{k q_1' q_2'}{r'^2} = \frac{q_1' q_2' r^2}{q_1 q_2 r'^2} \xrightarrow{q_1 = q_2, r' = \frac{r}{2}} \frac{2q_1 \times 2q_2 \times 1^2}{q_1 \times q_2 \times (\frac{1}{2})^2} = \frac{4}{\frac{1}{4}} = 16 \Rightarrow \frac{F'}{F} = 16 \Rightarrow F' = 16 \times 20 = 320 \text{ N}$$

## رسانا و نارسانا



اجسام رسانا، اجسامی هستند که جریان الکتریکی را به خوبی از خود عبور می‌دهند، مانند فلزها. در این اجسام الکترون‌های لایه آخر وابستگی زیادی به اتم ندارند و به راحتی می‌توانند از اتم جدا شوند. به این الکترون‌ها که به آسانی می‌توانند درون جسم جابه‌جا شوند، **الکترون آزاد** می‌گویند.

مواد جامد نارسانا، فاقد الکترون‌های آزاد هستند، زیرا برای رهاسدن الکترون از اتم، انرژی زیادی لازم دارند. در بین عناصر نافلزی، کربن در حالت گرافیت، رسانای الکتریسیته است.

برخی از مواد مانند سیلیسیم نیمه‌رسانا، محسوب می‌شوند، زیرا دارای تعداد کمی الکترون آزاد هستند. از نیمه‌رساناها در ساخت ترانزیستورها و مدارهای الکتریکی استفاده می‌شود.

کوارتز و پلاستیک نارسانا، سیلیسیم و ژرمانیم نیمه‌رسانا، آب خالص و گرافیت رسانای ضعیف و فلزات رسانای قوی محسوب می‌شوند.

## پایستگی بار الکتریکی

همان‌گونه که ذکر شد، برای باردار کردن یک جسم، همواره تعدادی الکترون جابه‌جا می‌شوند. در این مبادله هیچ‌گاه الکترونی تولید نمی‌شود و یا از بین نمی‌رود بلکه الکترون‌ها از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شوند. با توجه به این‌که هر الکترون دارای مقدار مشخصی بار الکتریکی است، می‌توان گفت: بار الکتریکی به وجود نمی‌آید و از بین هم نمی‌رود و فقط از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود. این بیان را پایستگی بار الکتریکی می‌نامند.

## روش‌های باردار کردن اجسام

- ① مالش
- ② القای الکتریکی
- ③ تماس

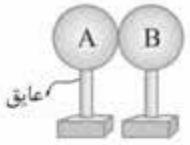
**باردار کردن به روش مالش:** در این روش بر اثر مالش؛ برخی از الکترون‌های جسم از سطح آن جدا شده و بر سطح ماده دیگر می‌نشینند. جسمی که الکترون از دست داده، بار مثبت و جسمی که الکترون گرفته به همان اندازه بار منفی پیدا می‌کند.

روش مالش اغلب برای اجسام نارسانا کاربرد دارد. زیرا وقتی جسمی رسانا مانند میله مسی را به یک پارچه پشمی مالش می‌دهیم، به دلیل رسانا بودن مس و بدن، بارهای ایجاد شده از طریق دست به ما منتقل می‌شود، یعنی میله باردار به سرعت خنثی می‌شود.

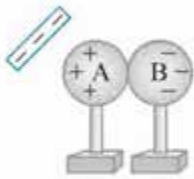
**باردارکردن به روش القای الکتریکی:** ایجاد بار در یک جسم بدون تماس آن با جسم باردار را القای بار می‌نامند.

مراحل باردارکردن دو کره فلزی به روش القا را در شکل‌های زیر مشاهده می‌کنید:

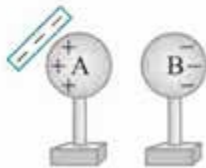
① دو کره فلزی خنثی A و B را با هم تماس می‌دهیم:



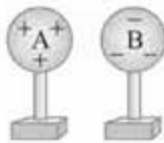
② میله‌ای باردار را به کره A نزدیک می‌کنیم. بسته به نوع بار میله، بارهای مخالف در کره A و بارهای موافق در کره B تجمع می‌یابند.



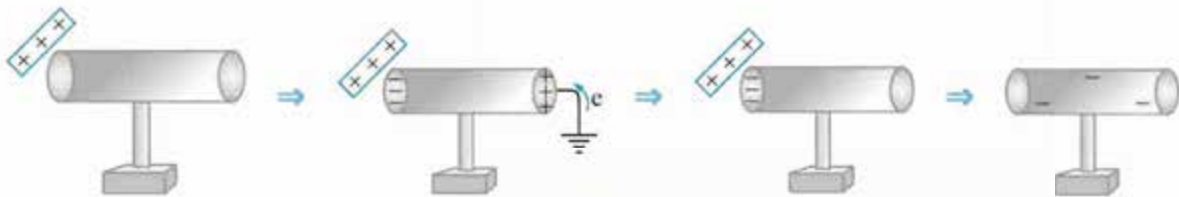
③ در حضور میله، کره‌ها را از هم جدا می‌کنیم.



④ سپس با دور کردن میله، بارهای الکتریکی در سطح دو کره پخش می‌شوند.



در بحث الکتریسیته اگر ابعاد یک جسم رسانای بدون بار در مقایسه با ابعاد جسم باردار بسیار بزرگ باشد، به گونه‌ای که گرفتن یا دادن تعدادی بار به آن، اثری در خنثی یا باردار شدن آن نگذارد، می‌توان با اتصال جسم باردار به این جسم، جسم باردار را خنثی کرد. کره زمین به دلیل داشتن رطوبت و مواد محلول می‌تواند نقش جسم یادشده را در الکتریسیته ایفا کند؛ به همین دلیل سیم اتصال به زمین در وسایل برقی به زمین متصل و با نماد  $\perp$  نمایش داده می‌شود. برای باردارکردن یک استوانه فلزی که بر روی یک پایه عایق قرار دارد، نیز به روش القا عمل می‌شود. در شکل‌های زیر با کمک یک میله شیشه‌ای باردار، در استوانه‌های فلزی بار (-) القا شده است.



**باردارکردن به روش تماس:** در باردارکردن اجسام به روش تماس، یک رسانای باردار را در تماس با یک رسانای خنثی قرار می‌دهیم. نتیجه این کار توزیع بارها بین دو جسم به نسبت اندازه سطح دو جسم است به شکلی که چگالی بار در دو جسم برابر شود.



**نکته:** هنگام باردارشدن یک جسم رسانا، بارهای الکتریکی در سطح آن توزیع می‌شوند؛ حتی اگر توپر باشند. در این اجسام، در مکان‌های تیز، تجمع بار بیشتر از سایر نقاط است.

اگر دو جسم نارسانا که یکی از آن‌ها باردار است، با هم تماس داده شوند، دو جسم در بار شریک نمی‌شوند ولی اگر آن‌ها را به گونه‌ای به هم تماس دهیم که بیشتر سطح آن‌ها با هم تماس یابد، ممکن است تعداد کمی بار در محل تماس منتقل شود ولی در سطح آن توزیع نمی‌شود.



زمانی که یک جسم رسانای باردار و یک جسم نارسانای بدون بار را با هم تماس دهیم، مقدار کمی بار بین دو جسم مبادله می‌شود.

## الکتروسکوپ (برق‌نما)



الکتروسکوپ از کلاهکی فلزی تشکیل شده است که به وسیله میله‌ای رسانا که معمولاً از فلز برنج است به ورقه‌ای نازک از طلا، آلومینیم یا مس متصل می‌شود. بدنه آن نیز از جنس فلز می‌باشد که به زمین اتصال دارد. کاربردهای الکتروسکوپ شامل موارد زیر می‌باشد:

- تشخیص باردار یا خنثی بودن جسم
- تشخیص نوع بار جسم
- تشخیص مقدار کیفی بار جسم
- تشخیص رسانا یا نارسانا بودن جسم

**چگونه با برق‌نما باردار بودن یا خنثی بودن جسم را تشخیص می‌دهیم؟** جسم را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک می‌کنیم، اگر جسم دارای بار الکتریکی باشد، ورقه‌ها بارهای هم‌نام پیدا می‌کنند و از هم جدا می‌شوند (تحت تأثیر نیروی رانش بارهای هم‌نام) و در صورتی که جسم بدون بار الکتریکی باشد، در ورقه‌ها تغییری مشاهده نمی‌شود.

**چگونه با برق‌نما، نوع بار جسم را تشخیص دهیم؟** برای تشخیص نوع بار اجسام، می‌توان جسم را به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار نزدیک کنیم. اگر ورقه طلا از میله دورتر شود (تیغه‌ها باز شوند)، به این معنا است که نوع بار جسم با بار الکتروسکوپ یکسان است. اگر ورقه طلا به میله نزدیک شود یا بچسبد (تیغه‌ها بسته شوند)، به این معنا است که نوع بار جسم مخالف بار برق‌نما است.



**چگونه با الکتروسکوپ مقدار بار جسم را به طور نسبی مشخص کنیم؟** برای این منظور بایستی مراحل زیر را طی کرد:

- جسم اول را به کلاهک نزدیک کرده و زاویه ورقه طلا را از میله اندازه می‌گیریم.
- جسم مورد بررسی را به کلاهک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم (در همان فاصله مرحله قبل نگه می‌داریم) و مجدد زاویه ورقه طلا را اندازه می‌گیریم.
- زاویه تیغه‌ها را در دو حالت مقایسه می‌کنیم و بزرگ‌تر یا کوچک‌تر بودن اندازه بار جسم مشخص می‌شود.

**چگونه رسانا بودن جسم را با الکتروسکوپ مشخص می‌کنیم؟** برای مشخص کردن رسانا یا نارسانا بودن جسم کافی است جسم موردنظر را با کلاهک الکتروسکوپ بارداری تماس دهیم. اگر تیغه‌ها بسته شد، جسم رسانا بوده است؛ زیرا بارهای الکتروسکوپ از طرق دست به بدن ما منتقل شده‌اند.

## تخلیه الکتریکی

نیروی دافعه بارهای هم‌نام در یک جسم باردار سبب می‌شود تا جسم تمایل داشته باشد به طریقی بارهای خود را از دست بدهد. حال اگر جسمی که بار الکتریکی خیلی زیادی دارد، به جسمی بدون بار یا جسمی با بار بسیار کم نزدیک شود، بارها از یکی به دیگری می‌چهند. این انتقال الکترون از طریق هوا را تخلیه الکتریکی می‌نامند.

ابرها به دلیل مالش با هوا، کوه و یا حتی با یکدیگر دارای بار الکتریکی می‌شوند. زمانی که دو ابر با بار مخالف (یا حتی موافق با شرط مساوی نبودن مقدار بارها) به هم نزدیک می‌شوند، بین آن‌ها تخلیه الکتریکی صورت می‌گیرد که با تولید نور و گرما همراه است، به این پدیده رعد و برق می‌گویند. گاهی رعد و برق بین بخش‌های مختلف یک ابر انجام می‌شود.

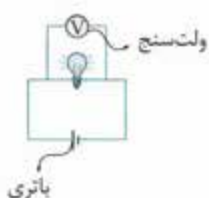


گاهی به دلیل کم شدن فاصله ابر با زمین تخلیه الکتریکی بین ابر و نقاط بلند سطح زمین صورت می‌گیرد که به این پدیده **صاعقه** یا **آذرخش** می‌گویند. برای جلوگیری از آسیب‌رسیدن به ساختمان‌ها و خطرات احتمالی حاصل از صاعقه در بلندترین نقطه‌ی ساختمان‌های بلند میله بلند مسی به نام **برق‌گیر** قرار می‌دهند که توسط سیمی به زمین زیر ساختمان متصل می‌شود تا در صورت وقوع صاعقه، بارهای اضافی به زمین منتقل شده و مانع از آسیب به ساختمان شود.

## ● اختلاف پتانسیل الکتریکی

زیادبودن بار الکتریکی یا انرژی پتانسیل الکتریکی یک جسم نسبت به جسم دیگر، نمی‌تواند عامل شارش بارها باشد ولی اگر انرژی پتانسیل الکتریکی واحد بار مثبت در یک نقطه بیشتر از نقطه دیگر باشد، آن دو نقطه اختلاف پتانسیل الکتریکی دارند. این عامل تعیین‌کننده جهت شارش بار الکتریکی بین دو نقطه است. در واقع اختلاف پتانسیل الکتریکی عامل شارش بارها در یک مدار است.

اختلاف پتانسیل را با  $V$  نشان می‌دهند. یکای اندازه‌گیری آن ولت ( $V$ ) می‌باشد و آن را با دستگاه ولت‌سنج اندازه می‌گیرند که باید به صورت موازی در مدار قرار گیرد.



وجود بار الکتریکی در یک کره و بار الکتریکی کم‌تر در کره هم‌اندازه دیگر باعث به وجود آمدن اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو کره می‌شود. حال اگر این دو کره توسط یک جسم رسانا به هم متصل شوند، بارهای مثبت از پتانسیل الکتریکی بیشتر به پتانسیل الکتریکی کم‌تر شارش می‌کنند. (جهت جریان قراردادی از قطب مثبت به منفی است). پتانسیل الکتریکی یک رسانا علاوه بر نوع و مقدار بار الکتریکی آن، به شکل هندسی، کوچکی و بزرگی آن نیز بستگی دارد. یک مدار الکتریکی ساده از سه جزء تشکیل شده است:

- مولد
- سیم (رسانا)
- مصرف‌کننده

## مولدها

شارش بارها بین دو جسم تا زمانی ادامه می‌یابد که بین آنها اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود داشته باشد. برای آن که شارش بار الکتریکی از یک نقطه به نقطه دیگر مدار ادامه یابد، باید وسیله‌ای مانند تلمبه در مدار باشد که به طور مرتب اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد کند، این وسیله را مولد می‌نامند. **پیل شیمیایی**: نوعی مولد است که انرژی لازم برای ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی را از انجام تغییرات شیمیایی تأمین می‌کند. یک پیل شیمیایی دارای سه بخش اصلی است:

- پایانه مثبت
- پایانه منفی
- الکترولیت

اگر یک تیغه مسی و یک تیغه روی را داخل لیموترش قرار دهیم، یک مولد الکتریکی ساده ساخته‌ایم. پایانه‌های مثبت و منفی دو میله غیرهم‌جنس هستند که در یک محلول رسانا (الکترولیت) قرار دارند؛ مانند فلز روی و مس که در محلول سولفوریک اسید غلیظ قرار داده می‌شوند. در اثر واکنش فلز روی با الکترولیت و تشکیل یون‌های مثبت، الکترون‌های آزاد شده به سمت مس جریان می‌یابند. به این ترتیب تیغه روی دارای بار منفی (پایانه منفی) و تیغه مس دارای بار مثبت (پایانه مثبت) خواهد بود.

**پیل خشک**: در این پیل‌ها پایانه منفی فلز روی، پایانه مثبت کربن و الکترولیت آمونیوم کلرید می‌باشد. از این پیل‌ها در چراغ قوه‌ها، رادیوها و... استفاده می‌شود.

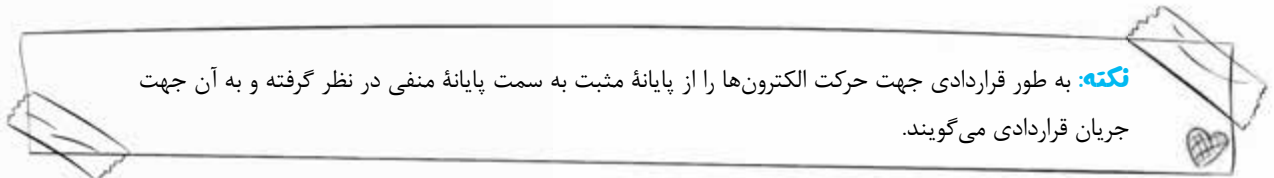


باتری‌ها مجموعه‌ای از چند پیل می‌باشند که به صورت متوالی بسته شده‌اند. (قطب مثبت هر پیل به قطب منفی پیل مجاور) و ولتاژ باتری حاصل (در شکل مقابل) برابر با مجموع ولتاژهای پیل‌ها است.



## الکتروسیسته جاری

در یک مدار الکتریکی ساده زمانی که یک مصرف کننده (لامپ، آرمیچر و ...) را به کمک سیم‌های رابط و کلید قطع و وصل به مولد جریان الکتریکی (باتری) وصل می‌کنیم، مدار کامل شده و الکترون‌ها در مدار جاری می‌شوند.



**نکته:** به طور قراردادی جهت حرکت الکترون‌ها را از پایانه مثبت به سمت پایانه منفی در نظر گرفته و به آن جهت جریان قراردادی می‌گویند.

در وسایل برقی دو نوع جریان الکتریسیته مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارت‌اند از:

● جریان مستقیم (D.C) ● جریان متناوب (A.C)

در مدارهای الکتریکی به جز اختلاف پتانسیل متغیرهای دیگری نیز بر عملکرد مدار اثرگذار هستند که در ادامه با آن‌ها آشنا می‌شوید.

## شدت جریان الکتریکی (آمپراژ)

میزان بار الکتریکی جریان یافته از هر مقطع مدار در واحد زمان را شدت جریان الکتریکی می‌نامند و آن را با نماد (I) نشان می‌دهند. یکای شدت جریان در سیستم SI، آمپر نام دارد و با نماد (A) نمایش داده می‌شود. طبق رابطه محاسبه شدت جریان، چنانچه در هر ثانیه یک کولن بار از هر مقطع مدار بگذرد، شدت جریان یک آمپر خواهد بود. شدت جریان الکتریکی را به کمک دستگاهی به نام **آمپرسنج** اندازه‌گیری می‌کنند که به صورت متوالی در مدار قرار داده می‌شود.

بار الکتریکی (C) شدت جریان (A)

$$I = \frac{q}{t}$$

زمان (s)

## مقاومت الکتریکی

زمانی که در مدار، جریان الکتریکی برقرار می‌شود، الکترون‌ها در ضمن حرکت در رسانا با ذرات مثبت درون رسانا برخورد می‌کنند و بخشی از انرژی خود را که توسط مولد تأمین شده از دست می‌دهند، در نتیجه از انرژی جنبشی و سرعتشان کم می‌شود. در واقع الکترون‌ها هنگام حرکت در رسانا با نوعی مقاومت مواجه‌اند که **مقاومت الکتریکی** نامیده می‌شود. مقاومت الکتریکی را با نماد R نمایش می‌دهند. واحد مقاومت الکتریکی در سیستم SI، اهم نام دارد که با نماد  $\Omega$  نشان داده می‌شود. مقاومت الکتریکی به وسیله دستگاهی به نام **اهم‌سنج** اندازه‌گیری می‌شود.

## عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی سیم رسانا

میزان مقاومت الکتریکی یک مدار به عوامل زیر بستگی دارد:

**(الف) مقاومت ویژه رسانا:** جنس رسانا در میزان مقاومت آن مؤثر است. برای عددی کردن تأثیر جنس در میزان مقاومت، به هر ماده یک مقاومت ویژه نسبت داده می‌شود که این مقاومت ویژه علاوه بر جنس به دما هم بستگی دارد زیرا افزایش دما با افزایش جنبش ذرات همراه است و افزایش جنبش ذرات موجب افزایش احتمال برخورد الکترون‌ها به ذرات سازنده ماده می‌شود. در نتیجه مقاومت افزایش می‌یابد. در شرایط عادی به ترتیب نقره، مس، طلا، آلومینیوم و آهن کم‌ترین مقاومت ویژه را دارند، در نتیجه از بهترین رساناها به شمار می‌آیند.

**(ب) طول سیم:** میزان مقاومت الکتریکی یک سیم با طول آن رابطه مستقیم دارد. به عبارت دیگر هر چه طول سیم بیشتر باشد، مقاومت الکتریکی آن نیز بیشتر خواهد بود.

برای مثال، اگر طول سیمی را دو برابر کنیم، مقاومت الکتریکی آن نیز دو برابر می‌شود.

**(پ) سطح مقطع سیم:** میزان مقاومت الکتریکی سیم با سطح مقطع سیم، رابطه عکس دارد. به عبارت دیگر هر چه سطح مقطع سیم کم‌تر باشد، مقاومت الکتریکی آن بیشتر خواهد بود.

مقاومت سیم  $\propto$   $\frac{L}{A}$  (متناسب است)

طول سیم L

سطح مقطع سیم A

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

مقاومت ویژه سیم

درس نامه

برای مثال، اگر سطح مقطع سیمی را نصف کنیم، مقاومت الکتریکی آن دو برابر می‌شود.

**مثال:** سیمی را توسط دستگاهی می‌کشیم به گونه‌ای که طول سیم دو برابر شود، مقاومت الکتریکی سیم چند برابر خواهد شد؟

۴ برابر، زیرا با کشیدن سیم و دو برابر شدن طول آن، سطح مقطعش نصف می‌شود تا حجم ماده ثابت بماند:

$$R \propto \frac{L}{A} \Rightarrow R \propto \frac{2}{\frac{1}{2}} = 4$$



$$L_1 \times A_1 = 2L_2 \times A_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = 2$$

حجم اولیه = حجم ثانویه

### قانون اهم

زیمون اهم، در طی آزمایش‌های مختلفی که انجام داد، دریافت که: «هرگاه دمای یک رسانا تغییر نکند، نسبت اختلاف پتانسیل یک رسانای فلزی به شدت جریانی که از آن می‌گذرد، مقدار ثابتی است که این مقدار ثابت همان مقاومت الکتریکی رسانا است.»

$$R = \frac{V}{I}$$

اختلاف پتانسیل (V) ↑  
 ↓ شدة جریان (A)  
 ← مقاومت الکتریکی (Ω)



**مثال:** جریان عبوری از یک لامپ رشته‌ای ۱۰۰ واتی برابر با ۰/۵ آمپر است. اگر این لامپ به برق شهری ۲۲۰ ولت متصل شود، چه مقاومت

الکتریکی را در برابر عبور جریان از خود نشان می‌دهد؟

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{220}{0.5} = 440 \Omega$$

**مثال:** یک مقاومت الکتریکی ۲۰ اهمی را به اختلاف پتانسیل ۱۴ ولت متصل می‌نماییم. جریان عبوری از مقاومت چند آمپر خواهد بود؟

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{14}{20} = 0.7 A$$

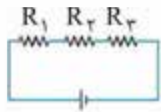
در جدول زیر برخی از نمادهای معمول برای قطعه‌های به کار رفته در مدارهای الکتریکی آمده است. از این نمادها برای رسم و نمایش مدارها استفاده می‌شود:

نماد	قطعه	نماد	قطعه
	مقاومت ثابت		ولت‌سنج
	لامپ		آمپرسنج
	کلید		پیل
	موتور الکتریکی		باتری
	سیم		فیوز



مقاومت‌های الکتریکی را می‌توان به دو شکل سری (متوالی) و موازی به یکدیگر بست.

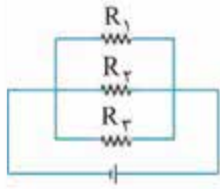
**(۱) مدارهای متوالی:** در مدارهای متوالی، جریان عبوری از تمام مقاومت‌ها یکسان است. در این مدارها با قطع جریان در یک نقطه از مدار، جریان کل مدار قطع می‌شود.



در مدارهای متوالی مقاومت معادل برابر با حاصل جمع مقاومت‌ها است ولی شدت جریان در تمام مقاومت‌ها برابر است.

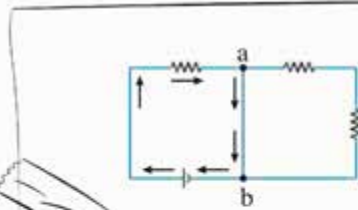
$$R_{\text{کل}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

**(۲) مدارهای موازی:** در این نوع مدارها، مقاومت الکتریکی معادل کمتر از تک‌تک مقاومت‌ها است. در مدارهای موازی جریان عبوری از مقاومت‌ها یکسان نبوده و به میزان مقاومت‌ها بستگی دارد. در این مدارها با قطع مدار در محل یکی از مقاومت‌ها، دیگر مقاومت‌ها از مدار خارج نشده و جریان از آن‌ها عبور خواهد کرد. در مدارهای موازی، مقاومت معادل از رابطه زیر به دست می‌آید:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

در مدارهای موازی اختلاف پتانسیل تمام مقاومت‌ها با هم و با اختلاف پتانسیل منبع برابر است در حالی که شدت جریان هر مقاومت بسته به مقدار مقاومت الکتریکی می‌تواند متفاوت باشد.



**نکته:** اگر در بخشی از مدار، یک سیم بدون مقاومت (ab) قرار گیرد تمام جریان از این سیم عبور می‌کند و بخش‌های بعد از سیم از مدار خارج می‌گردد. در این حالت اصطلاحاً اتصال کوتاه رخ داده و در صورت استفاده از فیوز در مدار، فیوز جریان مدار را قطع خواهد نمود.





# سوالات چهارگزینه‌ای

۱- این که دو نوع بار الکتریکی وجود دارد:

- (۱) از آزمایش‌های الکتریسیته نتیجه‌گیری شده است.  
 (۲) یک اصل در علم الکتریسیته است.  
 (۳) قانونی است که پس از کشف ساختار اتم به آن رسیده‌اند.  
 (۴) از دوتایی بودن تمام طبیعت نتیجه‌گیری شده است.

۲- اگر تمام اجسام زیر باردار باشند، در کدام یک از حالت‌های زیر نیروی بین دو جسم از نوع دافعه است؟

- (۱) میله شیشه‌ای مالش داده به ابریشم و پارچه پشمی مالش داده به پلاستیک  
 (۲) میله پلاستیکی مالش داده به پشم و پارچه پشمی مالش داده به پلاستیک  
 (۳) میله پلاستیکی مالش داده به پشم و میله شیشه‌ای مالش داده به ابریشم  
 (۴) پارچه پشمی مالش داده به پلاستیک و پارچه ابریشمی مالش داده به شیشه

۳- جسم (۱)، جسم (۲) را دفع و جسم (۳) را جذب می‌کند. در این صورت کدام گزینه درست است؟

- (۱) حتماً جسم (۲) و (۳) بار مخالف دارند.  
 (۲) حتماً جسم (۲) و (۳) یکدیگر را جذب می‌کنند.  
 (۳) ممکن است جسم (۲) و (۳) یکدیگر را دفع می‌کنند.  
 (۴) حتماً بار جسم (۱) و (۳) مخالف است.

۴- چندین آزمایش با اجسام مختلف انجام داده‌ایم. در این سری

آزمایشات میله پلاستیکی را به پارچه پشمی و میله شیشه‌ای را به پارچه ابریشمی مالش داده‌ایم. در هر مرحله آزمایش دو جسم نام برده شده را روبه‌روی هم در فاصله مناسب نگه داشته‌ایم. در کدام آزمایش‌ها، اجسام یکدیگر را دفع کرده‌اند؟

(۱) ۲ و ۵

(۲) ۴

(۳) ۷

(۴) ۳ و ۶، ۴

شماره آزمایش دو جسمی که مقابل هم بوده‌اند

۱ میله پلاستیکی باردار - میله شیشه‌ای باردار

۲ میله پلاستیکی باردار - پارچه پشمی باردار

۳ کیسه نایلونی باردار - میله پلاستیکی خنثی

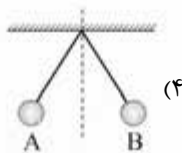
۴ پارچه ابریشمی باردار - پارچه پشمی باردار

۵ پارچه ابریشمی باردار - پارچه پشمی خنثی

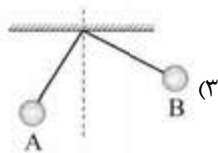
۶ کیسه نایلونی خنثی - میله شیشه‌ای باردار

۷ پارچه ابریشمی باردار - میله پلاستیکی باردار

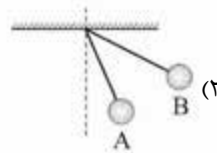
۵- دو کره یونولیتی هم جرم یکی با ۵ واحد بار الکتریکی (کره A) و دیگری با ۸ واحد بار الکتریکی (کره B) را توسط نخ‌های خشک هم‌اندازه از نقطه‌ای آویزان کرده‌ایم. نحوه قرارگیری این دو کره در کدام گزینه به درستی نشان داده شده است؟



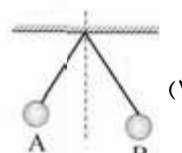
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

۶- قبل از فرود انسان به کره ماه، بسیاری از دانشمندان سازمان‌های هوافضا نگران این موضوع بودند که ممکن است سفینه فرودی روی ماه در یک لایه گرد و غبار در سطح ماه غرق شود. به نظر شما آیا فاصله‌ای مشخص از سطح ماه وجود دارد که از آن جا گرد و غبارهای الکتریکی بتوانند در حالت معلق باقی بمانند؟ (راهنمایی: تابش خورشید بر سطح ماه تعادل بار الکتریکی آن را به هم می‌ریزد.)

(۱) نیروی گرانش به هر حال قوی‌تر است، بنابراین ذرات غبار نمی‌توانند معلق شوند.

(۲) نیروی الکتریکی چنان از نیروی گرانش قوی‌تر است که غبارهای باردار شده از دست گرانش ماه فرار می‌کنند.

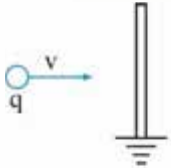
(۳) حتماً در ارتفاع مشخص از سطح ماه نیروهای الکتریکی و گرانش برابر می‌شوند و ذرات غبار معلق می‌مانند.

(۴) احتمالاً ذرات باردار ناهم‌نام اصلاً اجازه نمی‌دهند که ذرات غبار از سطح ماه بلند شوند.

۷- اگر یک بار الکتریکی در نزدیک یک رسانای بدون بار قرار گیرد، .....

- (۱) به آن نیرویی وارد نمی‌شود.
- (۲) توسط رسانا جذب می‌شود.
- (۳) اگر بار آن مثبت باشد، توسط رسانا جذب و در غیر این صورت دفع می‌شود.
- (۴) توسط رسانا دفع می‌شود.

۸- یک ذرهٔ باردار مطابق زیر به طور عمودی به طرف یک ورقهٔ فلزی که به زمین متصل شده، پرتاب می‌شود. هر چه بار به ورقه نزدیک می‌شود:



- (۱) اندازهٔ سرعتش زیاد می‌شود.
- (۲) اندازهٔ سرعتش کاهش می‌یابد.
- (۳) سرعتش تغییری نمی‌کند.
- (۴) بسته به علامت بار ذره، سرعتش کم یا زیاد می‌شود.



۹- در شکل روبه‌رو، بادکنک را به پارچهٔ پشمی مالش داده و به واندوگراف باردار نزدیک می‌کنیم آن‌گاه:

- (۱) بادکنک دور می‌شود. (دفع)
- (۲) بادکنک تغییر وضعیت نمی‌دهد.
- (۳) بادکنک لرزان می‌شود. (دفع و جذب)
- (۴) بادکنک نزدیک می‌شود. (جذب)

۱۰- نیروهای مقاومی که هنگام تراکم ماده آشکار می‌شوند، به دلیل: .....

- (۱) وجود نیروهای هم‌چسبی بین مولکول‌ها است.
- (۲) حرکت بارهای الکتریکی در جسم است.
- (۳) وجود نیروی بین بارهای ناهم‌نام است.
- (۴) وجود دافعهٔ الکتریکی بین بارهای هم‌نام است.

۱۱- مقدار نیرویی که بارهای الکتریکی به یکدیگر وارد می‌کنند به کدام عامل بستگی ندارد؟

- (۱) مقدار بارها
- (۲) فاصلهٔ بارها از هم
- (۳) جنس محیط عایقی که بارها در آن هستند.
- (۴) نوع بارها

۱۲- دو بار  $q_1$  و  $q_2$  به هم نیروی  $40\text{ N}$  وارد می‌کنند. اگر مقدار هر یک از بارها دو برابر شود، چه نیرویی به هم وارد می‌کنند؟

- (۱)  $80\text{ N}$
- (۲)  $120\text{ N}$
- (۳)  $60\text{ N}$
- (۴)  $160\text{ N}$

۱۳- دو بار  $q_1$  و  $q_2$  در فاصلهٔ  $D$  از هم قرار گرفته‌اند و اگر مقدار بارها و فاصلهٔ آن‌ها ۳ برابر شود، نیروی الکتریکی بین آن‌ها چه تغییری می‌کند؟

- (۱) تغییری نمی‌کند
- (۲)  $\frac{1}{3}$  می‌شود.
- (۳) ۹ برابر می‌شود.
- (۴) ۲۷ برابر می‌شود.

۱۴- کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (۱) علت باردارشدن اجسام به روش مالش، تمایل متفاوت مواد مختلف در جذب الکترون‌ها است.
- (۲) الکترون‌ها از همه نظر شبیه پروتون‌ها هستند، فقط علامت بارشان متفاوت است.
- (۳) همهٔ بارهای الکتریکی می‌توانند جابه‌جا یا منتقل شوند.
- (۴) فقط در رساناها، الکترون‌ها می‌توانند جابه‌جا یا منتقل شوند.

۱۵- وقتی دو جسم کوچک را به هم مالش می‌دهیم، کدام یک از حالت‌های زیر می‌تواند اتفاق بیافتد؟

- (۱) پروتون‌های یک جسم به جسم دیگر منتقل شده و دو جسم دارای بار الکتریکی شوند.
- (۲) الکترون‌ها از یک جسم به جسم دیگر منتقل شده و دو جسم دارای بار الکتریکی شوند.
- (۳) الکترون‌ها از یک جسم به جسم دیگر منتقل شده و فقط جسمی که الکترون دریافت کرده دارای بار الکتریکی شود.
- (۴) پروتون‌ها از یک جسم جای خود را با الکترون‌های جسم دیگر عوض کرده و دو جسم دارای بار الکتریکی شوند.

۱۶- شانهٔ مالش داده‌شده به موها، تکه‌های کاغذ را جذب می‌کند. این پدیده نشان‌دهندهٔ کدام مطلب زیر است؟

- (۱) منفی بودن بار کاغذ
- (۲) وجود بارهای الکتریکی در کاغذ
- (۳) باردار بودن کاغذ
- (۴) مثبت بودن بار شانه

**۱۷-** اگر بار یک الکترون را با  $e$  نشان دهیم و هنگام مالش  $n$  الکترون از جسم  $A$  به جسم  $B$  منتقل شود، آن گاه:

- (۱) بار جسم  $B$  برابر  $+ne$  و بار جسم  $A$  برابر  $-ne$  می شود.  
 (۲) بار جسم  $A$  برابر  $+ne$  و بار جسم  $B$  برابر  $-ne$  می شود.  
 (۳) بار جسم  $A$  برابر  $+ne$  و بار جسم  $B$  برابر  $-e$  می شود.  
 (۴) بار جسم  $B$  برابر  $+e$  و بار جسم  $A$  برابر  $-ne$  می شود.

**۱۸-** در باردار نمودن اجسام به روش مالش:

- (۱) سطح تماس دو جسم در میزان باردار شدن مؤثر است.  
 (۲) هر دو جسم بارهای هم نام پیدا می کنند.  
 (۳) فقط یکی از دو جسم باردار می شود.  
 (۴) جنس اجسام در نوع باری که می گیرند، نقشی ندارد.

**۱۹-** یک جسم رسانای باردار کدام یک از اجسام زیر را جذب نمی کند؟

- (۱) یک جسم خنثی رسانا  
 (۲) یک جسم خنثی نارسانا  
 (۳) یک جسم باردار با بار مخالف  
 (۴) همه اجسام گفته شده را جذب می کند.

**۲۰-** الکترون های آزاد کدام ماده در حالت عادی بیشتر از بقیه است؟

- (۱) گرافیت (۲) آلومینیم (۳) آهن (۴) سیلیسیم

**۲۱-** یک کره رسانای بزرگ و خنثی روی پایه عایقی قرار دارد. یک پارچه پشمی و خنثی را به کره مالش می دهیم و از آن جدا می کنیم. کدام گزینه درباره اتفاقات پس از مالش درست است؟

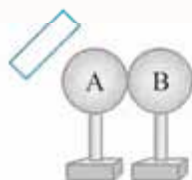
- (۱) هیچ کدام از دو جسم باردار نمی شوند.  
 (۲) پارچه پشمی دارای بار می شود، اما کره رسانا باردار نمی شود.  
 (۳) هر دو جسم پس از مالش دارای بار با مقدار نامساوی و علامت مخالف می شوند.  
 (۴) نیروی بین دو جسم پس از مالش جاذبه خواهد بود.

**۲۲-** مناسب ترین اجسامی که بتوان آن ها را به ترتیب به شیوه القا و مالش دارای بار الکتریکی کرد، کدام اند؟

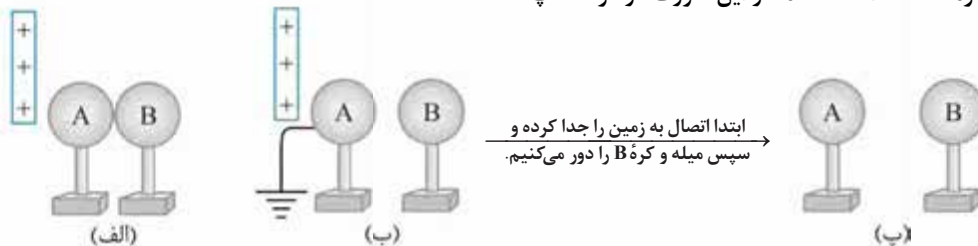
- (۱) فلز و پلاستیک (۲) شیشه و فلز (۳) شیشه و پلاستیک (۴) فلز و فلز

**۲۳-** هنگام باردار کردن دو کره فلزی به روش القا، زمانی که کره ها به هم متصل هستند دست ما به یک کره تماس دارد، میله پلاستیکی مالش داده شده به پارچه پشمی را که به کره ها نزدیک کرده بودیم دور کرده و سپس دست خود را جدا کرده و کره ها را از هم جدا می کنیم. بار کره ها چه خواهد بود؟

- (۱) کره  $A$  منفی و کره  $B$  مثبت  
 (۲) کره  $A$  مثبت و کره  $B$  منفی  
 (۳) هر دو کره بار مثبت  
 (۴) هر دو کره بدون بار

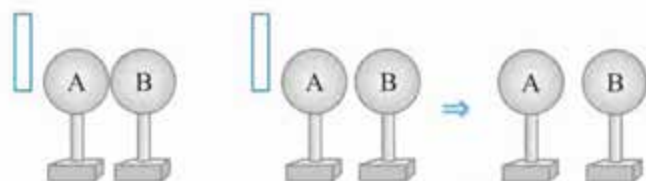


**۲۴-** در اشکال زیر اعمالی بر روی دو کره رسانا که ابتدا بدون بار هستند، به ترتیب از «الف» تا «پ» صورت گرفته است. در مرحله «ب» کره  $B$  در فاصله نزدیکی از کره  $A$  نگه داشته شده، در این صورت در مرحله «پ»:

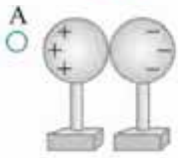


- (۱)  $Q_A = 0$  (۲)  $Q_A = Q_B$  (۳)  $Q_B = 2Q_A$  (۴)  $Q_A = 2Q_B$

**۲۵-** مطابق شکل، اعمال زیر را به وسیله دو کره فلزی و یک میله باردار انجام داده ایم. در پایان کار با نزدیک کردن ..... دو جسم یکدیگر را ..... می کنند.



- (۱) کره  $A$  و کره  $B$  - دفع  
 (۲) میله و کره  $B$  - جذب  
 (۳) میله و کره  $B$  - دفع  
 (۴) تا نوع بار میله مشخص نباشد، نمی توان جاهای خالی را پر نمود.



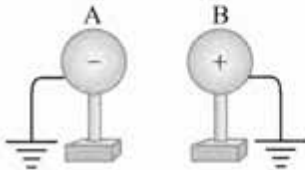
۲۶- در شکل مقابل، کره‌های فلزی با یکدیگر در تماس‌اند و جسمی در نقطه A قرار دارد. این جسم ..... است.

- (۱) رسانا یا نارسانای با بار مثبت
- (۲) رسانای با بار منفی
- (۳) رسانا یا نارسانای با بار منفی
- (۴) نارسانای با بار مثبت

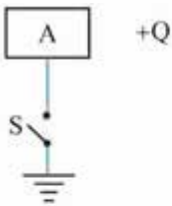
۲۷- کره A بار مثبت دارد و کره B خنثی است. آن‌ها را نزدیک هم روی میز می‌گذاریم و مدت کوتاهی کره B را با سیمی به زمین تماس می‌دهیم؛ کدام عبارت درست است؟

- (۱) کره B باز هم خنثی می‌ماند.
- (۲) کره B بار مثبت پیدا می‌کند.
- (۳) کره B بار منفی پیدا می‌کند.
- (۴) کره B مجموعاً خنثی می‌ماند اما نظم بارهای آن تغییر می‌کند.

۲۸- دو جسم باردار A و B که در فاصله بسیار دوری از هم هستند را به زمین وصل می‌کنیم، چگونه بار الکتریکی آن‌ها تخلیه می‌شود؟



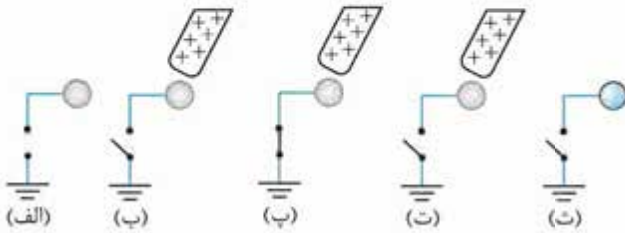
- (۱) بار مثبت به زمین می‌رود و بار منفی در جای خود باقی می‌ماند.
- (۲) بار دو جسم به زمین منتقل می‌شود.
- (۳) الکترون‌ها از زمین وارد دو جسم می‌شوند و آن‌ها را خنثی می‌کنند.
- (۴) بار منفی از زمین وارد جسم دارای بار مثبت می‌شود و الکترون‌های جسم دارای بار منفی به زمین می‌روند.



۲۹- در شکل روبه‌رو ابتدا کلید S بسته است. در حالی که بار +Q در مجاورت قطعه فلز A قرار دارد، کلید S را باز می‌کنیم و سپس بار +Q را دور می‌کنیم و جسم رسانای B که هم‌اندازه A است و  $\frac{Q}{4}$  بار دارد را با A تماس می‌دهیم و جدا می‌کنیم، اکنون قطعه فلز A:

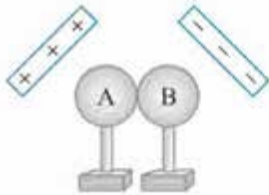
- (۱) باردار نیست
- (۲) بار مثبت برابر Q دارد.
- (۳) بار منفی برابر  $\frac{Q}{4}$  دارد.
- (۴) بار منفی برابر با Q دارد.

۳۰- در شکل زیر یک سلسله رویداد که به ترتیب از «الف» تا «ث» صورت گرفته‌اند، نشان داده شده است. گزینه درست را انتخاب کنید:

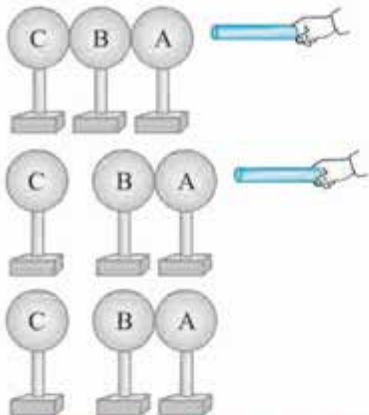


- (۱) در اشکال «پ» و «ث» کره رسانا دارای بار مثبت است.
- (۲) در اشکال «پ» و «ث» کره رسانا دارای بار نیست.
- (۳) در اشکال «پ» و «ث» کره رسانا دارای بار منفی است.
- (۴) در شکل «پ» کره دارای بار منفی و در شکل «ث» دارای بار مثبت است.

۳۱- مانند شکل دو کره فلزی را که روی پایه‌های عایق قرار دارند با هم تماس داده و از هر طرف یک جسم باردار با مقدار بارهای برابر، به کره‌ها، نزدیک نموده‌ایم سپس کره‌ها را به زمین تماس داده و پس از چند لحظه سیم اتصال به زمین را جدا کرده و دو جسم باردار را از آن‌ها دور می‌کنیم. در این صورت بار کره A و B به ترتیب چه خواهد بود؟



- (۱) منفی - مثبت
- (۲) مثبت - منفی
- (۳) خنثی - خنثی
- (۴) منفی - منفی

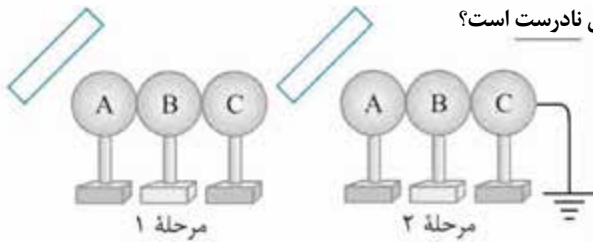


۳۲- سه کره رسانای بدون بار یکسان که روی پایه‌های عایق نصب شده‌اند، در تماس با هم قرار دارند. یک میله باردار را مطابق شکل، به کره A نزدیک می‌کنیم (تماس نمی‌دهیم). در همین حالت کره C را از پایه عایق آن گرفته آن را از دو کره دیگر جدا می‌کنیم و پس از آن میله باردار را نیز دور می‌کنیم. در این شرایط، کدام گزینه در مورد علامت و مقدار بار کره‌ها درست است؟

- (۱) کره C بدون بار است و کره‌های A و B بارهای هم‌اندازه و ناهم‌نام دارند.
- (۲) کره C بار دارد و کره‌های A و B هر کدام نصف بار کره C و ناهم‌نام با بار کره C دارند.
- (۳) کره C بار دارد و کره‌های A و B بدون بار هستند.
- (۴) کره C بار دارد و کره‌های A و B هر کدام نصف بار کره C و ناهم‌نام با یکدیگر دارند.



**۲۳-** با توجه به دو شکل زیر، کره‌های فلزی A و C دارای پایه عایق در دو سمت کره فلزی B با پایه رسانا قرار گرفته‌اند و میله شیشه‌ای را با کیسه نابلونی مالش داده و آن را به کره A نزدیک می‌کنیم. پس از پایان مرحله ۲، ابتدا اتصال به زمین را قطع کرده و سپس به ترتیب کره C و کره B را از وضعیت اصلی دور نموده و در نهایت میله را از کره A دور می‌کنیم. در این حالت کدام نتیجه‌گیری نادرست است؟



(۱) در پایان آزمایش، دو کره B و C هر دو خنثی خواهند بود.

(۲) کره A دارای بار الکتریکی منفی می‌شود.

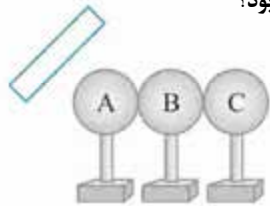
(۳) در مرحله ۲، الکترون‌ها از طریق سیم متصل به زمین وارد کره‌ها می‌شوند.

(۴) در پایان این آزمایش، تنها یکی از کره‌ها دارای بار الکتریکی می‌شود.

**۲۴-** سه کره رسانای خنثی A، B و C که در تماس با هم هستند به ترتیب بر روی پایه‌هایی عایق، عایق و رسانا قرار دارند. اگر میله‌ای پلاستیکی با بار منفی را به کره A نزدیک کنیم و سپس کره‌ها را به ترتیب از C به A از هم جدا کرده و میله را دور کنیم، بار کره‌های A، B، C به ترتیب کدام خواهد بود؟

- (۱) خنثی - خنثی - مثبت (۲) خنثی - خنثی - منفی (۳) خنثی - خنثی - خنثی (۴) مثبت - خنثی - منفی

**۲۵-** مطابق شکل، میله پلاستیکی با بار منفی را به سه کره فلزی مشابه A، B و C که با هم تماس دارند، نزدیک می‌کنیم. کره A را جدا کرده و سپس میله را دور می‌کنیم و در نهایت کره B و C را از هم جدا می‌کنیم. کدام گزینه در مورد بار الکتریکی (Q) کره‌ها درست خواهد بود؟



$$Q_A = Q_B = Q_C \quad (۱)$$

$$2Q_A = Q_B, \quad 2Q_C = Q_A \quad (۲)$$

$$Q_B = Q_C, \quad |Q_A| = |2Q_B| \quad (۳)$$

$$Q_A = Q_C, \quad Q_B = 0 \quad (۴)$$

**۲۶-** جسم بارداری را مانند شکل به چهار کره فلزی که روی پایه‌های عایق قرار گرفته و با یکدیگر در تماس‌اند، نزدیک می‌کنیم. سپس کره D را از بقیه جدا کرده، جسم باردار را دور می‌کنیم و کره‌های دیگر را نیز از هم جدا می‌کنیم، کره‌های A تا D به ترتیب چه باری خواهند داشت؟



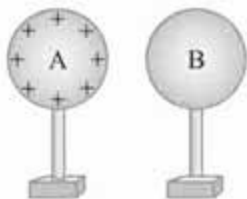
(۱) منفی - منفی - مثبت - مثبت

(۲) مثبت - خنثی - منفی - منفی

(۳) منفی - مثبت - مثبت - مثبت

(۴) منفی - منفی - منفی - مثبت

**۲۷-** دو کره رسانای یکسان A و B روی پایه‌های عایق قرار دارند. در ابتدا کره A دارای بار مثبت و کره B بدون بار است. کارهای زیر را به ترتیب روی کره‌ها انجام می‌دهیم:



(اول) تماس دادن دو کره به هم و سپس جدا کردن آن‌ها از هم

(دوم) لمس کردن کره A و سپس جدا کردن دستمان از آن

(سوم) تماس دادن مجدد دو کره به هم و سپس جدا کردن آن‌ها از هم

پس از انجام این سه مرحله، بار روی کره‌های A و B به ترتیب کدام است؟

(۱) نصف بار اولیه کره A - نصف بار اولیه کره A (۲) یک چهارم بار اولیه کره A - یک چهارم بار اولیه کره A

(۳) خنثی - یک چهارم بار اولیه کره A (۴) یک چهارم بار اولیه کره A - خنثی

**۲۸-** در کدام یک از روش‌های باردار کردن، دو جسم بعد از باردار شدن حتماً همدیگر را دفع می‌کنند؟

- (۱) تماس (۲) مالش (۳) القا (۴) گزینه‌های ۲ و ۳

**۲۹-** دو کره فلزی یکی خنثی و دیگری باردار را به هم نزدیک کرده و پس از لحظه‌ای تماس از هم دور می‌کنیم. نیروی بین دو کره درست در لحظه قبل و بعد از تماس به ترتیب چگونه است؟

- (۱) دافعه - جاذبه (۲) جاذبه - دافعه (۳) جاذبه - جاذبه (۴) جاذبه - نیروی ایجاد نمی‌شود.

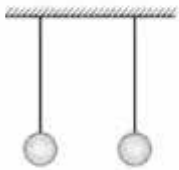




**۴۰- اجسام رسانا می‌توانند بارهای الکتریکی را به خوبی عبور دهند و بارهای الکتریکی را در سرتاسر خود پخش کنند. مطابق شکل، یک کره فلزی باردار بر روی پایه‌ای نارسانا قرار دارد. گر یک تکه فویل آلومینیم را از بالا روی کره‌ها رها کنیم، چه رخ می‌دهد؟**

- (۱) به کره می‌چسبند.  
 (۲) نزدیک کره معلق می‌ماند.  
 (۳) اتفاق خاصی رخ نمی‌دهد.  
 (۴) پس از برخورد با کره به کناری پرتاب می‌شود.

**۴۱- دو کره بسیار سبک، رسانا و خنثی به کمک نخ‌های نارسانا، نزدیک هم آویزان شده‌اند. این وضعیت را حالت اول قرارگیری کره‌ها می‌نامیم (مطابق شکل).**



پس از آنکه کره‌ها را از هم جدا می‌کنیم، طوری که نسبت به حالت اول به هم نزدیک‌تر قرار گیرند. (الف) کره‌ها به هم نزدیک شوند و پس از تماس از هم جدا شوند؛ طوری که نسبت به حالت اول به هم نزدیک‌تر قرار گیرند. (ب) کره‌ها به سمت هم بروند و پس از تماس به حالت اول خود برگردند. (پ) کره‌ها به هم نزدیک شوند و پس از تماس از هم جدا شوند؛ طوری که نسبت به حالت اول، از هم دورتر قرار گیرند. (ت) کره‌ها به سمت هم بروند و به هم بچسبند و چسبیده به هم باقی بمانند.

- (۱) الف - پ      (۲) ب - پ      (۳) ب - پ - ت      (۴) الف - ب - پ

**۴۲- با توجه به جمله «با مالش شانه پلاستیکی به موهای سر، می‌توان خرده‌های کاغذ را جذب کرد.» در عبارتهای زیر، چند عبارت درست است؟**

- شانه از موهای سر الکترون دریافت می‌کند و کاغذ دارای بار الکتریکی مثبت است.
- بار الکتریکی خرده‌های کاغذ، ناهمنام با بار الکتریکی شانه است.
- خرده‌های کاغذ در اثر القای بار الکتریکی جذب شانه می‌شوند.
- بار الکتریکی شانه باعث قرارگیری بارهای ناهم‌نام در دو طرف هر تکه از کاغذ می‌شود.
- خرده‌های کاغذ به شیوه تماسی دارای بار الکتریکی شده و جذب شانه می‌شوند.

- (۱) دو      (۲) یک      (۳) چهار      (۴) تمامی عبارتهای می‌توانند درست باشند.

**۴۳- دو کره باردار فلزی که از نخ‌های عایقی آویزان‌اند یکدیگر را جذب می‌کنند. این دو کره پس از تماس با یکدیگر، همدیگر را می‌رانند. در این صورت کدام مطالب در مورد کره‌ها قبل از تماس می‌تواند درست باشد؟**

- (الف) هر دو دارای بار مثبت بوده‌اند.  
 (ب) یک کره خنثی و یک کره باردار بوده است.  
 (پ) کره‌ها دارای بارهای ناهم‌نام و هم‌اندازه بوده‌اند.  
 (ت) دارای بارهای ناهم‌نام و غیرهم‌اندازه بوده‌اند.

- (۱) فقط ت      (۲) ب و پ      (۳) الف، ب و ت      (۴) ب و ت



**۴۴- مطابق شکل، گلوله فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره فلزی خنثی را که دارای دسته نارسانا است به گلوله نزدیک می‌کنیم، مشاهده می‌شود که گلوله ..... می‌شود. وقتی تماس حاصل شد، کره را جدا می‌کنیم و دوباره به آرامی آن را به گلوله نزدیک می‌کنیم، ملاحظه می‌شود که گلوله ..... می‌شود.**

- (۱) جذب - دفع      (۲) دفع - جذب      (۳) نه جذب و نه دفع - دفع      (۴) جذب - جذب

**۴۵- دو کره فلزی هم‌اندازه که بارهای آن‌ها به ترتیب  $+12$  و  $-16$  واحد بار می‌باشد را با هم تماس می‌دهیم. پس از جداسدن کره‌ها بار آن‌ها به ترتیب کدام خواهد بود؟**

- (۱)  $-2$  و  $-2$       (۲)  $+2$  و  $-2$       (۳)  $+14$  و  $-14$       (۴) خنثی و  $-4$

**۴۶- در سؤال قبل اگر بار هر دو کره مثبت باشد، پس از تماس و جدانمودن آن‌ها، بار هر یک به ترتیب کدام خواهد بود؟**

- (۱)  $+2$  و  $+2$       (۲)  $+14$  و  $+14$       (۳)  $+4$  و  $+4$       (۴)  $+28$  و  $+28$

**۴۷-** دست خود را به دو کره فلزی به شعاع‌های ۵ و ۱۰ سانتی‌متر تماس داده و دو کره را با هم تماس می‌دهیم. سپس یک میله پلاستیکی با بار منفی را به کره‌ها نزدیک می‌کنیم تا به روش القا باردار شوند. اگر پس از جدا کردن دو کره، بار کره بزرگ‌تر ( $-20$ ) واحد باشد، بار کره کوچک‌تر چگونه خواهد بود؟

- (۱)  $+20$  (۲)  $-20$  (۳)  $+10$  (۴)  $-10$

**۴۸-** در سؤال قبل دو کره باردار حاصل را توسط یک سیم مسی به هم متصل می‌کنیم در این صورت:

(۱) بار کره بزرگ‌تر دو برابر بار کره کوچک‌تر خواهد شد.

(۲) هر دو کره خنثی خواهند شد.

(۳) در کره بزرگ‌تر ۱۵ بار + و در کره کوچک‌تر ۷ بار + وجود خواهد داشت.

(۴) در کره بزرگ‌تر ۱۵ بار - و در کره کوچک‌تر ۷ بار - وجود خواهد داشت.

**۴۹-** دو کره فلزی مشابه داریم، بار یکی  $-2$  و بار دیگری  $+8$  کولن می‌باشد. هر دو را به یکدیگر تماس داده و سپس از هم جدا می‌کنیم آن‌گاه:

(۱) بار هر دو کره  $+5$  می‌شود.

(۲) بار هر دو کره  $-5$  می‌شود.

(۳) بار هر دو کره  $+3$  می‌شود.

(۴) کره اول خنثی می‌شود و بار کره دوم  $+6$  می‌شود.

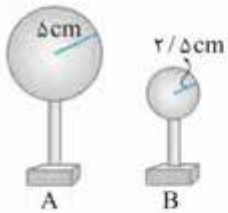
**۵۰-** کره A دارای  $30$  واحد بار منفی و کره B خنثی است. اگر دو کره را با هم تماس دهیم و جدا کنیم، بار کره A و B به ترتیب چگونه خواهد بود؟

(۱) خنثی -  $30$  بار منفی

(۲)  $15$  بار منفی -  $15$  بار منفی

(۳)  $20$  بار منفی -  $10$  بار منفی

(۴)  $30$  بار منفی - خنثی



**۵۱-** دو کره فلزی مشابه A و B روی پایه‌های عایق نصب شده‌اند و مانند شکل با هم تماس دارند. میله‌ای با بار مثبت را به کره A نزدیک می‌کنیم و در همین حالت دو کره را از هم جدا می‌کنیم؛ سپس میله را دور می‌کنیم. اکنون کره مشابه و خنثی C را از پایه عایق آن گرفته، ابتدا با کره A و سپس با کره B تماس می‌دهیم. اگر اندازه بار نهایی کره C را q بنامیم، کدام گزینه بار نهایی دو کره A و B را به ترتیب از راست به چپ درست بیان می‌کند؟



(۱)  $\frac{+q}{4}$  و  $\frac{-q}{2}$

(۲)  $-2q$  و  $+q$

(۳)  $-q$  و  $+q$

(۴)  $-4q$  و  $+2q$

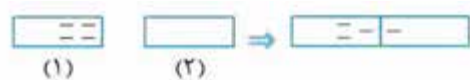
**۵۲-** با توجه به شکل می‌توان گفت جسم ۱ و ۲ به ترتیب از راست به چپ چگونه بوده‌اند؟

(۱) رسانا - رسانا

(۲) نارسانا - رسانا

(۳) رسانا - نارسانا

(۴) نارسانا - نارسانا



**۵۳-** دو کره فلزی باردار هم‌نام و هم‌اندازه یکی توپر و دیگری توخالی داریم، آن‌ها را به هم متصل می‌کنیم. بار کدام کره بیشتر خواهد بود؟

(۱) کره توپر

(۲) کره توخالی

(۳) هر دو برابر می‌شوند.

(۴) تمام بارها در کره توپر خواهند بود.

**۵۴-** کره‌هایی داریم که بر روی هر دو، بارهایی به صورت یکنواخت و همگن ریخته‌ایم. اگر یکی از این کره‌ها رسانا و دیگری نارسانا باشد و بار درون کره‌ها را تنها با علامت \* نمایش دهیم، کدام شکل نتیجه نزدیک کردن دو کره به هم خواهد بود؟ (هر دو بار مثبت یا بار منفی را با \* نمایش می‌دهیم):



**۵۵-** یک الکتروسکوپ خنثی را به مدت کوتاهی به زمین وصل می‌کنیم و در همین زمان میله شیشه‌ای مالش داده شده به پارچه ابریشمی را به آن نزدیک می‌کنیم، پس از قطع ارتباط با زمین و سپس دور کردن میله، الکتروسکوپ:

(۱) خنثی باقی می‌ماند.

(۲) بار منفی پیدا می‌کند.

(۳) بار مثبت پیدا می‌کند.

(۴) کلاهک بار منفی و تیغه بار مثبت پیدا می‌کند.

**۵۶-** یک جسم با بار منفی را به کلاهک یک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم و در همین حال، انگشت خود را به کلاهک الکتروسکوپ تماس داده و

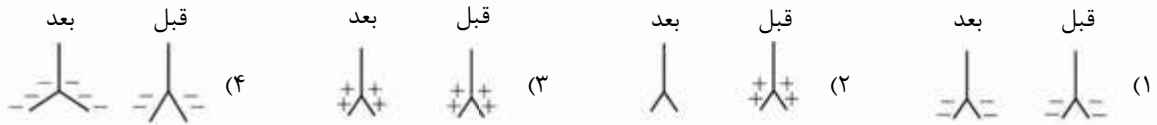
دوباره دور می‌کنیم، سپس جسم را از الکتروسکوپ دور می‌کنیم. کدام گزینه درست است؟

- (۱) ورقه‌های الکتروسکوپ دارای بار منفی هستند ولی الکتروسکوپ در کل خنثی است.
- (۲) الکتروسکوپ در کل دارای بار مثبت است ولی ورقه‌های آن دارای الکترون نیز هستند.
- (۳) الکتروسکوپ در کل دارای بار منفی است و ورقه‌های آن هم بار منفی دارند.
- (۴) ورقه‌های الکتروسکوپ بار مثبت دارند ولی الکتروسکوپ در کل خنثی است.

**۵۷-** الکتروسکوپی را به روش القای بار الکتریکی با استفاده از میله شیشه‌ای که توسط نایلون باردار شده است، باردار کرده‌ایم. سپس میله

پلاستیکی که به کمک موهای سرمان دارای بار شده است را به کلاهک آن نزدیک می‌کنیم. کدام شکل وضعیت ورقه‌ها را قبل و بعد از نزدیک کردن

میله پلاستیکی به درستی نشان می‌دهد؟



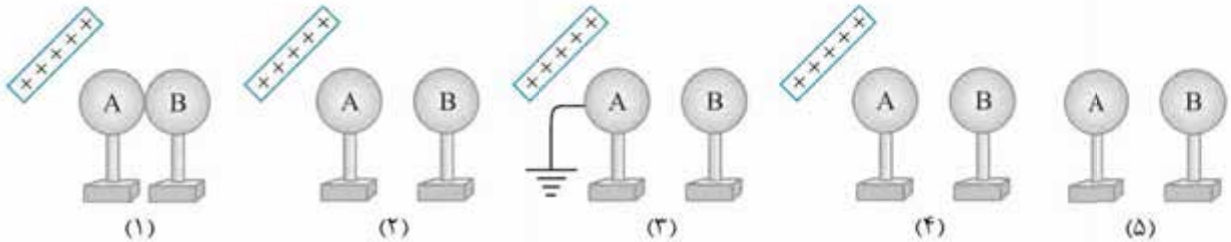
**۵۸-** به الکتروسکوپی که به روش القا توسط میله پلاستیکی با بار منفی باردار شده است، ابتدا یک میله فلزی و سپس یک میله شیشه‌ای مالش

داده شده به پارچه ابریشمی را در دست گرفته به آن نزدیک می‌کنیم در این صورت ورقه‌های برق‌نما ابتدا ..... و سپس ..... می‌شوند.

- (۱) بازتر - بسته‌تر
- (۲) بی‌تغییر - بازتر
- (۳) بسته‌تر - بازتر
- (۴) بی‌تغییر - بسته‌تر

**۵۹-** دو کره خنثی A و B داریم. اگر آزمایشی مانند شکل‌های زیر را روی آن‌ها اجرا کنیم و در نهایت دو کره A و B را به دو الکتروسکوپ خنثی

نزدیک کنیم، چه اتفاقی برای الکتروسکوپ‌ها می‌افتد؟



(۱) در هر دو الکتروسکوپ ورقه‌ها باز می‌شوند.

(۲) دو الکتروسکوپ تغییری نمی‌کنند.

(۳) در الکتروسکوپ نزدیک A ورقه‌ها تغییری نمی‌کند، در الکتروسکوپ نزدیک B ورقه‌ها باز می‌شوند.

(۴) در الکتروسکوپ نزدیک A ورقه‌ها باز می‌شوند و الکتروسکوپ نزدیک B تغییری نمی‌کند.



**۶۰-** مطابق شکل ابتدا بار الکتروسکوپ منفی است. اگر جسم بارداری را از فاصله دور به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک کرده

و به آن بچسبانیم، ابتدا ورقه‌های درون الکتروسکوپ به هم نزدیک و سپس دور می‌شوند. علامت بار جسم و بار ورقه‌های

الکتروسکوپ پس از تماس چیست؟

- (۱) مثبت - مثبت
- (۲) مثبت - منفی
- (۳) منفی - مثبت
- (۴) منفی - منفی

**۶۱-** ورقه‌های یک برق‌نما (الکتروسکوپ) از هم باز هستند، یک میله با بار مثبت را به کلاهک برق‌نما تماس می‌دهیم در اثر این کار ورقه‌ها ابتدا به

هم می‌چسبند و سپس دوباره به اندازه قبل از هم باز می‌شوند. در این صورت بار انتقالی از برق‌نما به میله و علامت بار اولیه برق‌نما به ترتیب چیست؟

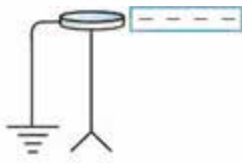
- (۱) برابر بار اولیه برق‌نما - منفی
- (۲) برابر بار اولیه برق‌نما - مثبت
- (۳) دو برابر بار اولیه برق‌نما - منفی
- (۴) دو برابر بار اولیه برق‌نما - مثبت

**۶۲-** جسمی را به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک می‌کنیم. کدام یک از اتفاقات زیر ممکن نیست رخ دهد؟

- (۱) تیغه‌ها کمی بازتر شوند.
- (۲) تیغه‌ها بسته شوند.
- (۳) تیغه‌ها بسته و سپس باز شوند.
- (۴) تیغه‌ها بازتر و سپس بسته شوند.







- (۲) الکتروسکوپ بار منفی خواهد داشت.  
(۴) تیغه‌ها بسته خواهند شد.

۶۷- با دور کردن میله باردار از الکتروسکوپ مقابل:

- (۱) الکتروسکوپ بار مثبت خواهد داشت.  
(۳) تیغه‌ها باز خواهند ماند.

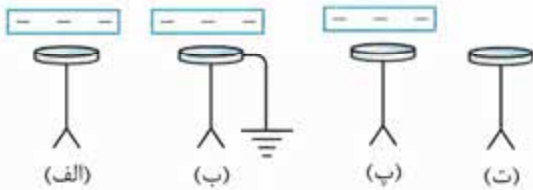
۶۸- اساس کار الکتروسکوپ براساس ..... است.

- (۱) ربایش بارهای ناهم‌نام (۲) دافعه بارهای هم‌نام  
(۳) ربایش بارهای هم‌نام (۴) دافعه بارهای ناهم‌نام

۶۹- الکتروسکوپی دارای بار منفی است. یک میله پلاستیکی مالش داده شده به پارچه پشمی را از فاصله دوری به کلاهک نزدیک می‌کنیم. در این صورت زاویه تیغه‌ها .....

- (۱) افزایش می‌یابد. (۲) کاهش می‌یابد.  
(۳) تغییری نمی‌کند. (۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۷۰- در شکل زیر مراحل باردار کردن یک الکتروسکوپ خنثی نشان داده شده است. زاویه دو برگه در مرحله «الف» و  $\alpha$  و زاویه دو برگه در مرحله «ت» را  $\beta$  می‌نامیم. کدام گزینه در این مورد صحیح است؟



- (۱)  $\alpha > \beta$  و بار برگه‌ها در اشکال «الف» و «ت» مثبت است.  
(۲)  $\alpha > \beta$  و بار برگه‌ها در شکل «الف» منفی و در شکل «ت» مثبت است.  
(۳)  $\alpha < \beta$  و بار برگه‌ها در شکل «الف» منفی و در شکل «ت» مثبت است.  
(۴)  $\alpha < \beta$  و بار برگه‌ها در اشکال «الف» و «ت» منفی است.

۷۱- الکتروسکوپی را به روش القا باردار نموده‌ایم. اگر جسم بارداری را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک کنیم، چه رخ می‌دهد؟

- (۱) تیغه‌ها بازر می‌شوند. (۲) تیغه‌ها بسته می‌شوند.  
(۳) تیغه‌ها بسته و سپس باز می‌شوند. (۴) هر یک از سه حالت ممکن است رخ دهد.

۷۲- بین کلاهک الکتروسکوپی خنثی و میله شیشه‌ای مالش داده شده به پارچه ابریشمی، اندکی تماس برقرار می‌کنیم. در این صورت .....

- (۱) تیغه‌های الکتروسکوپ بسته می‌مانند. (۲) تیغه‌ها با بار منفی باز می‌شوند.  
(۳) تیغه‌ها با بار مثبت باز می‌شوند. (۴) تیغه‌ها باز و به سرعت بسته می‌شوند.

۷۳- یک میله فلزی را در دست گرفته و به الکتروسکوپی که بار منفی دارد نزدیک می‌کنیم، چه رخ می‌دهد؟

- (۱) تیغه‌ها از هم دورتر می‌شوند. (۲) تیغه‌ها بسته می‌شوند.  
(۳) تیغه‌ها به هم نزدیک می‌شوند ولی به هم نمی‌چسبند. (۴) اتفاق نمی‌افتد.

۷۴- در سؤال قبل اگر میله را که در دست داریم، با کلاهک الکتروسکوپ تماس دهیم، کدام یک از اتفاقات اشاره شده در گزینه‌های سؤال رخ خواهد داد؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

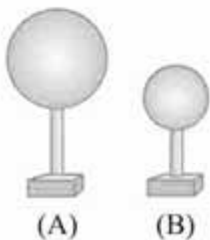
۷۵- اختلاف پتانسیل الکتریکی به معنی .....

- (۱) تفاوت نوع بارها در دو نقطه است. (۲) عامل برقراری جریان الکتریکی است.  
(۳) تفاوت مقدار بار در دو نقطه است. (۴) اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه است.

۷۶- پایانه مثبت و منفی در پیل‌ها معمولاً به ترتیب از جنس ..... و ..... می‌باشد.

- (۱) کربن - روی (۲) روی - مس (۳) کربن - مس (۴) روی - آمونیوم کلرید

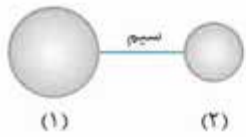
۷۷- دو کره فلزی باردار با بار منفی و برابر با شعاع‌های ۲ و ۱۰ سانتی‌متر، موجود است، پایه هر دو کره عایق است. اگر دو کره را توسط یک سیم مسی به هم وصل کنیم .....



- (۱) جریانی در سیم برقرار نمی‌شود.  
(۲) جریانی واقعی از کره B به سمت کره A برقرار می‌شود.  
(۳) پس از لحظه‌ای بار کره A دو برابر بار B می‌شود.  
(۴) هر دو کره خنثی می‌شوند.



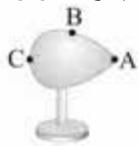
- ۷۸-** دو جسم رسانا را که دارای بار الکتریکی هستند با رشته سیمی به هم وصل می‌کنیم. در چه صورتی الزاماً مقدار بار الکتریکی آن‌ها تغییر می‌کند؟  
 (۱) در صورتی که بار الکتریکی یکی بیشتر از دیگری باشد.  
 (۲) در صورتی که بار الکتریکی هر دو جسم هم‌نام باشد.  
 (۳) در صورتی که ابعاد یکی بزرگ‌تر از دیگری باشد.  
 (۴) در صورتی که بین آن‌ها اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود داشته باشد.



- ۷۹-** در شکل، جریانی از الکترون از جسم (۲) به طرف جسم (۱) برقرار می‌شود، بنابراین:  
 (۱) چگالی بار  $1 < 2$  است.  
 (۲) تعداد بار  $1 < 2$  است.  
 (۳) اختلاف پتانسیل  $2 < 1$  است.  
 (۴) رسانایی  $1 < 2$  است.

- ۸۰-** اگر «جریان الکتریکی در یک مدار» را به «جریان گرما بین دو جسم» تشبیه کنیم، ولتاژ باتری معادل کدام گزینه است؟  
 (۱) رسانایی گرمایی محیط بین دو جسم  
 (۲) فاصله بین دو جسم  
 (۳) اندازه سطح تماس دو جسم  
 (۴) اختلاف دمای دو جسم

- ۸۱-** مطابق شکل جسمی دوکی شکل را از فلز ساخته و روی پایه عایق قرار داده‌ایم. بار الکتریکی  $Q$  روی قسمت فلزی قرار دارد. کدام گزینه درباره پتانسیل نقاط  $A$ ،  $B$  و  $C$  درست است؟



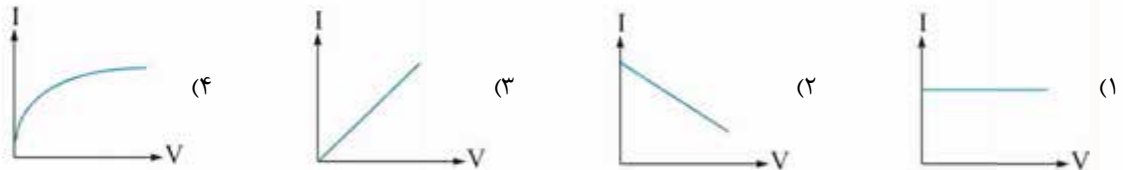
- (۱)  $V_A = V_C < V_B$   
 (۲)  $V_A = V_C > V_B$   
 (۳)  $V_A = V_B = V_C$   
 (۴)  $V_A < V_B < V_C$

- ۸۲-** برق‌گرفتگی، برای انسان خطرناک است و می‌تواند سبب مرگ شود. کدام یک از کمیت‌های زیر نقش اصلی را در میزان خطر برق‌گرفتگی برای انسان دارد؟  
 (۱) شدت جریان  
 (۲) ولتاژ  
 (۳) مقاومت الکتریکی  
 (۴) ولتاژ و شدت جریان به یک اندازه نقش دارند.

- ۸۳-** در کدام گزینه ولت‌سنج و آمپرسنج برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت و هم‌چنین جریان گذرنده از آن، درست‌تر بسته شده‌اند؟



- ۸۴-** کدام نمودار رابطه اختلاف پتانسیل و شدت جریان الکتریکی را به درستی نشان می‌دهد؟

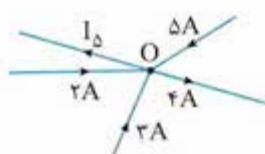


- ۸۵-** کدام گزینه درست است؟

- (۱) با روشن شدن لامپ مقاومت الکتریکی آن افزایش می‌یابد.  
 (۲) ولت‌سنج به صورت متوالی در مدار قرار می‌گیرد.  
 (۳) با روشن شدن لامپ مقاومت الکتریکی آن تغییری نمی‌کند.  
 (۴) مقاومت الکتریکی آمپرسنج بسیار زیاد است.  
**۸۶-** در یک چراغ قوه، سه باتری  $1/5$  ولت و یک لامپ  $10$  اهم به کار رفته است. با صرف نظر از مقاومت الکتریکی سیم‌ها و اتصالات هنگام روشن شدن لامپ، جریان عبوری از لامپ چند آمپر خواهد بود؟  
 (۱)  $45$  (۲)  $15$  (۳)  $0/15$  (۴)  $0/45$

- ۸۷-** اگر مقاومت الکتریکی یک مدار دو برابر و ولتاژ منبع جریان نیز دو برابر شود، مقدار بار الکتریکی عبوری از هر مقطع مدار در هر ثانیه چه تغییری خواهد کرد؟  
 (۱) دو برابر خواهد شد. (۲) تغییری نخواهد کرد. (۳) چهار برابر خواهد شد. (۴) یک چهارم خواهد شد.

- ۸۸-** مطابق شکل، جریان‌های الکتریکی توسط چند سیم به نقطه  $O$  وارد و توسط دو سیم از نقطه  $O$  خارج می‌شود. مقدار جریان  $I_5$  چند آمپر است؟



- (۱)  $6$  (۲)  $4$  (۳)  $14$  (۴)  $2$

۸۹- سیمی به طول ۲ متر دارای مقاومت الکتریکی ۱۸ اهم است. اگر ۵ سانتی متر از این سیم را جدا نموده و به دو سر قطعه جدا شده اختلاف پتانسیل ۲۷۰ ولت وصل کنیم، جریان عبوری از آن چند آمپر خواهد بود؟

- (۱) ۸ A (۲) ۶ A (۳) ۱۲ A (۴) ۱۰ A

۹۰- دو سیم مسی اولی به طول ۱ متر و سطح مقطع  $2 \text{ cm}^2$  و دومی به طول ۲ متر و سطح مقطع  $1 \text{ cm}^2$  است. کدام گزینه رابطه مقاومت الکتریکی سیم اول ( $R_1$ ) و سیم دوم ( $R_2$ ) را به درستی نشان می دهد؟

- (۱)  $R_2 = 4R_1$  (۲)  $R_2 = 2R_1$  (۳)  $R_1 = 4R_2$  (۴)  $R_1 = R_2$

۹۱- چنانچه در مدار که ولتاژ آن توسط یک باتری تأمین می شود، مقاومت الکتریکی ۴ برابر شود.....

- (۱) ولتاژ ۴ برابر می شود. (۲) شدت جریان  $\frac{1}{4}$  برابر می شود. (۳) ولتاژ  $\frac{1}{4}$  می شود. (۴) شدت جریان ۴ برابر می شود.

۹۲- در شرایط یکسان با عبور جریان مساوی از سیم ..... گرمای کمتری نسبت به گزینه های دیگر ایجاد می کند.

- (۱) مسی (۲) طلایی (۳) آهنی (۴) نیکلی

۹۳- مقدار گرمایی که در اثر عبور جریان از یک رسانا ایجاد می شود به کدام عامل بستگی ندارد؟

- (۱) مدت زمان عبور جریان (۲) مقدار مقاومت الکتریکی (۳) مستقیم یا متناوب بودن جریان (۴) ولتاژ منبع

۹۴- یک لامپ ۴۰ اهمی به مدت ۲۰ دقیقه با جریانی که به وسیله ولتاژ ۸۰ ولت ایجاد شده، روشن شده است. جریان عبوری از این لامپ چند آمپر بوده است؟

- (۱) ۲ (۲) ۴۰ (۳) ۱۰ (۴) ۱۶

۹۵- مقاومت الکتریکی یک سیم به کدام عامل بستگی ندارد؟

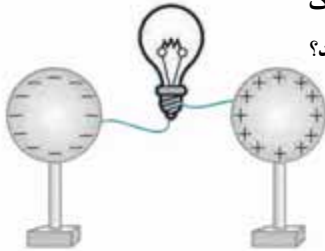
- (۱) شکل سطح مقطع (۲) طول سیم (۳) جنس سیم (۴) مقاومت ویژه سیم

۹۶- در یک مدار در دمای ثابت، اختلاف پتانسیل دو سر مدار را ۶ برابر می کنیم. مقاومت الکتریکی چه تغییری می کند؟

- (۱) ۶ برابر می شود. (۲) تغییری نمی کند. (۳) ۳۶ برابر می شود. (۴)  $\frac{1}{6}$  برابر می شود.

۹۷- دو کره فلزی با بارهای هم اندازه و ناهم نام روی پایه های عایق قرار دارند. این دو کره با دو تکه سیم نازک به دو سر یک

لامپ حبایی متصل شده اند، به هم وصل می کنیم. کدام گزینه دقیق ترین پیش بینی را درباره این آزمایش بیان می کند؟



- (۱) لامپ روشن می شود و پس از مدتی خاموش می شود و بار دو کره خنثی می شود.

- (۲) لامپ خاموش می ماند و بار دو کره تغییری نمی کند.

- (۳) نمی دانیم لامپ روشن می شود یا نه، ولی بار دو کره خنثی می شود.

- (۴) نمی دانیم لامپ روشن می شود یا نه، ولی بار دو کره تغییری نمی کند.

۹۸- فلزی به شکل مکعب مستطیل با ابعاد  $1 \times 2 \times 3$  سانتی متر، دارای مقاومت الکتریکی ۱۰ اهم است. اگر با

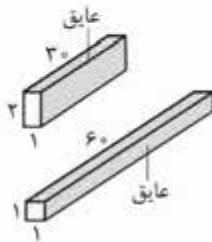
همین فلز قطعه ای به ابعاد  $1 \times 1 \times 6$  سانتی متر بسازیم، مقاومت الکتریکی آن چند اهم خواهد بود؟

- (۱) ۱۰

- (۲) ۲۰

- (۳) ۳۰

- (۴) ۴۰



۹۹- کدام رابطه درست است؟

- (۱) ولت = اهم  $\times$  آمپر (۲) اهم = ولت  $\times$  آمپر (۳) آمپر =  $\frac{\text{اهم}}{\text{ولت}}$  (۴) اهم =  $\frac{\text{آمپر}}{\text{ولت}}$

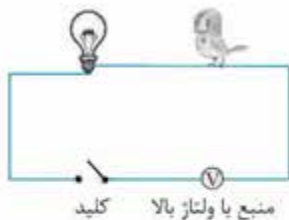
۱۰۰- در شکل مقابل، آیا برق پرنده را می گیرد؟

- (۱) در صورتی که کلید باز باشد، برق پرنده را می گیرد.

- (۲) در صورتی که کلید بسته باشد برق پرنده را می گیرد.

- (۳) در هر حالت برق پرنده را می گیرد.

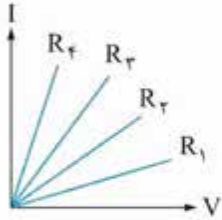
- (۴) در هیچ حالتی برق پرنده را نمی گیرد.



۱۵۱- جنس رساناهای به کار رفته در یک مدار بر روی کدام عامل اثری ندارد؟

- (۱) مقدار گرمای ایجاد شده هنگام عبور جریان  
(۲) میزان مقاومت الکتریکی مدار  
(۳) شدت جریان عبوری  
(۴) ولتاژ مدار

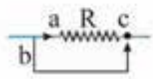
۱۵۲- نمودار زیر مقایسه رابطه جریان ایجاد شده در مقاومت‌های  $R_1, R_2, R_3$  و  $R_4$  با اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد. مقاومت الکتریکی کدام



مقاومت کم‌تر بوده است؟

- (۱)  $R_1$   
(۲)  $R_2$   
(۳)  $R_3$   
(۴)  $R_4$

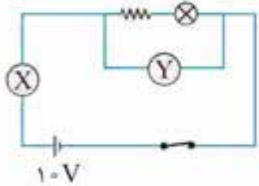
۱۵۳- مطابق شکل، جریان در حال عبور از سیم (a) است. اگر سیم b را به نقطه (c) تماس دهیم، شدت جریان عبوری از مقاومت R چه تغییری خواهد کرد؟



- (۱) بیشتر خواهد شد.  
(۲) صفر خواهد شد.  
(۳) تغییری نخواهد کرد.  
(۴) کمی کاهش می‌یابد.

۱۵۴- در مدار ساده‌ای، تنها یک مقاومت ۴ اهمی قرار دارد و از مدار جریان ۳ آمپر می‌گذرد. اگر مقاومت ۴ اهمی را برداریم و به جای آن یک مقاومت ۶ اهمی قرار دهیم، جریان گذرنده از مدار چند آمپر تغییر می‌کند؟

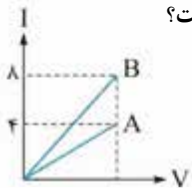
- (۱) ۱  
(۲) ۱/۵  
(۳) ۲  
(۴) ۴/۵



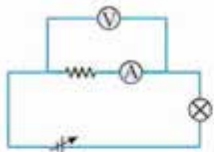
۱۵۵- کدام گزاره در مورد مدار زیر که جریان در آن برقرار است، صحیح است؟

- (۱) قانون اهم در این مدار صدق نمی‌کند.  
(۲) انرژی هر واحد باری که از باتری می‌گذرد، به اندازه ۱ ژول زیاد می‌شود.  
(۳) شدت جریان در مدار را اندازه‌گیری می‌کند.  
(۴) شدت جریان در لامپ از مقاومت بیشتر است.

۱۵۶- نمودار مقابل مربوط به تغییر شدت جریان با تغییر ولتاژ در مقاومت‌های A و B است. نسبت مقاومت A به B کدام است؟



- (۱) ۲  
(۲) ۱  
(۳) ۱/۲  
(۴) ۴



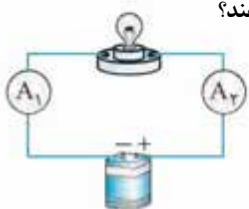
۱۵۷- در مدار مقابل اختلاف پتانسیل باتری قابل تغییر است. اگر ولتاژ باتری را زیاد کنیم کدام اتفاق می‌افتد؟

- (۱) آمپرسنج عدد کم‌تری را نشان می‌دهد.  
(۲) ولت‌سنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد.  
(۳) مقدار مقاومت مدار بیشتر می‌شود.  
(۴) مقدار مقاومت مدار کم‌تر می‌شود.

۱۵۸- اگر از یک باتری ۱۰ ولتی در مدت زمان ۸ ثانیه ۵ واحد بار الکتریکی عبور کند، انرژی شیمیایی درون باتری چه قدر کم می‌شود؟ (فرض کنید همه انرژی مصرفی باتری به بارهای عبوری داده می‌شود.)

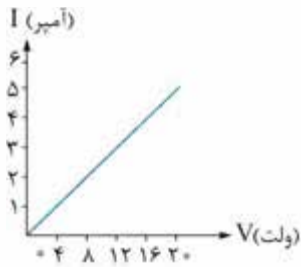
- (۱) ۴۰۰ ژول  
(۲) ۵۰ ژول  
(۳) ۸۰ ژول  
(۴) ۲ ژول

۱۵۹- در مدار رسم شده اگر ولتاژ باتری ۶ ولت و مقاومت لامپ ۲۴ اهم باشد، آمپرسنج‌های ۱ و ۲ ( $A_1, A_2$ ) چه اعدادی را نشان می‌دهند؟



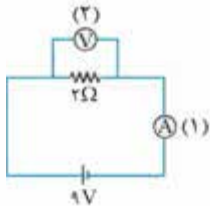
- (۱)  $A_1, A_2$  / ۲۵ / آمپر و  $A_1$  صفر را نشان می‌دهد.  
(۲) هر دو آمپرسنج ۲۵ / آمپر را نشان می‌دهند.  
(۳) هر دو آمپرسنج ۴ آمپر را نشان می‌دهند.  
(۴)  $A_1, A_2$  / ۲۵ / آمپر و  $A_1$  کمی کم‌تر از ۲۵ / آمپر را نشان می‌دهد.

۱۱۰- نمودار مقابل، مربوط به یک مدار است. مقاومت الکتریکی مدار چند اهم بوده است؟



- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)

۱۱۱- در مدار شکل مقابل، وسایل (۱) و (۲) به ترتیب چه اعدادی را نشان می‌دهند؟



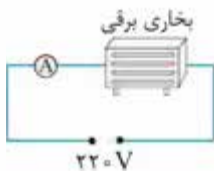
- ۱) ۹ و ۴/۵
- ۲) ۴/۵ و ۴/۵
- ۳) ۹ و ۱۸
- ۴) ۴/۵ و ۱۸

۱۱۲- در یک مدار الکتریکی، سه عامل اختلاف پتانسیل، شدت جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی مؤثر هستند. در این مدار الکتریکی، اگر

مقدار اختلاف پتانسیل افزایش یابد، مقدار شدت جریان ..... و مقدار مقاومت الکتریکی .....

- (۱) افزایش - افزایش می‌یابد.
- (۲) کاهش - کاهش می‌یابد.
- (۳) افزایش - کاهش می‌یابد.
- (۴) افزایش - ثابت می‌ماند.

۱۱۳- یک آمپرسنج را مانند شکل روبه‌رو به صورت متوالی به یک بخاری برقی می‌بندیم و دو طرف مجموعه را به برق ۲۲۰ ولت



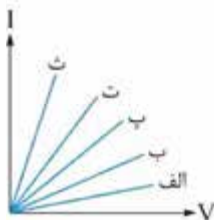
متصل می‌کنیم. از آمپرسنج جریان ۱۱ آمپر می‌گذرد. مقاومت الکتریکی المنت (رشته‌سیم) بخاری تقریباً چند اهم است؟

- ۱) ۰/۰۵ اهم
- ۲) ۲ اهم
- ۳) ۲۰ اهم
- ۴) ۲۴۰ اهم

۱۱۴- ابتدا یک لامپ و سپس دو لامپ را به طور سری به یک باتری می‌بندیم، باتری در حالت دوم .....

- (۱) شدت جریان کم‌تری تولید می‌کند.
- (۲) شدت جریان بیشتری تولید می‌کند.
- (۳) ولتاژ کم‌تری تولید می‌کند.
- (۴) شدت جریان در هر دو حالت برابر است.

۱۱۵- نمودارهای روبه‌رو، رابطهٔ اختلاف پتانسیل و شدت جریان را در سه مقاومت  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  و مقاومت معادل آن‌ها



وقتی به صورت متوالی بسته شوند و وقتی به صورت موازی بسته شوند را نشان می‌دهد. اگر  $R_3 > R_2 > R_1$  باشد،

کدام نمودار مربوط به مقاومت معادل موازی این سه مقاومت است؟

- ۱) الف
- ۲) ت
- ۳) ب
- ۴) ث

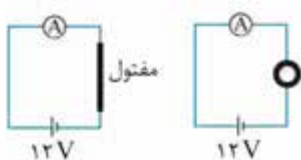
۱۱۶- یک سیم رسانا با مقاومت ۱۲ اهم را به دو قسمت مساوی تقسیم کرده و هر دو قسمت را به طور موازی در یک مدار قرار می‌دهیم. مقاومت

معادل در حالت دوم چند برابر حالت اول می‌شود؟

- ۱) یک
- ۲) یک چهارم
- ۳) یک سوم
- ۴) یک دوم

۱۱۷- در مداری مانند شکل یک مفتول نازک نقره‌ای قرار گرفته است. اگر مقاومت الکتریکی مفتول  $4\Omega$  باشد و آن را برداشته به شکل دایره

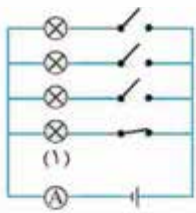
درآورده و در مدار قرار دهیم، آمپرسنج چه عددی را نشان خواهد داد و این عدد چند برابر حالت قبل است؟



- ۱) ۱/۵ - نصف
- ۲) ۱۲ - ۴ برابر می‌شود.
- ۳) ۱۲ - دو برابر می‌شود.
- ۴) ۱/۵ - یک چهارم برابر

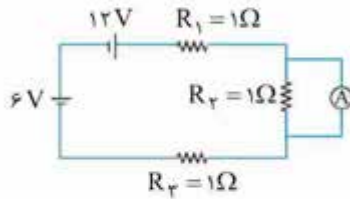


۱۱۸- مطابق شکل زیر، چهار لامپ مشابه همراه کلید در یک مدار قرار دارند و فقط کلید لامپ (۱) بسته و لامپ روشن است. اگر به ترتیب، دیگر کلیدها بسته شوند،.....



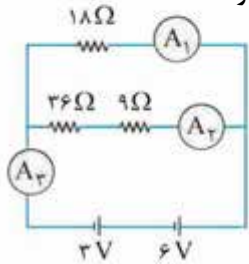
- (۱) شدت نور لامپها کم تر می شود.
- (۲) اختلاف پتانسیل دو سر لامپها به ترتیب کم می شود.
- (۳) مقاومت کل مدار افزایش می یابد.
- (۴) آمپرسنج در هر مرحله عدد بیشتری را نشان می دهد.

۱۱۹- در مدار روبه رو، آمپرسنج چه عددی را نشان می دهد؟



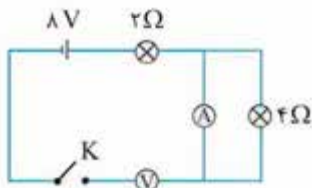
- (۱) ۲ A
- (۲) ۳ A
- (۳) ۶ A
- (۴) ۹ A

۱۲۰- در مدار الکتریکی زیر اعدادی که توسط آمپرسنجهای  $A_1$ ،  $A_2$  و  $A_3$  نشان داده می شوند به ترتیب عبارت اند از:



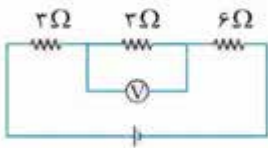
- (۱) ۷ - ۲ - ۵
- (۲) ۰/۷ - ۰/۲ - ۰/۵
- (۳) ۰/۳ - ۰/۲ - ۰/۵
- (۴) ۰/۷ - ۰/۵ - ۰/۲

۱۲۱- در شکل زیر، هنگامی که کلید بسته شود، آمپرسنج و ولتسنج به ترتیب چه عددهایی را نشان می دهند؟ (از راست به چپ)



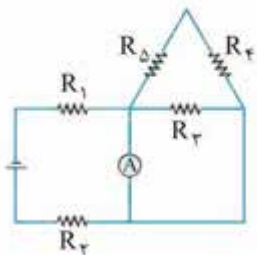
- (۱) ۲ و ۸
- (۲) ۱۶ و صفر
- (۳) صفر و صفر
- (۴) ۶ و ۸

۱۲۲- در مدار زیر، ولتسنج عدد ۲ ولت را نشان می دهد. ولتاژ باتری چند ولت است؟



- (۱) ۲
- (۲) ۵
- (۳) ۶
- (۴) ۸

۱۲۳- در مدار مقابل مقاومت معادل چند اهم است؟ (تمام مقاومتها ۴ اهمی هستند).



- (۱) ۸ اهم
- (۲) ۰/۶ اهم
- (۳) ۴/۶ اهم
- (۴) ۱۲ اهم



# پاسخ‌های تشریحی

**۱۱- گزینه ۴** نوع بارها تنها در جاذبه یا دافعه‌ای بودن نیروی بین بارها مؤثر است ولی اثری در مقدار نیروی ایجادشده ندارد.

**۱۲- گزینه ۴** مقدار نیروی بین بارها با حاصل ضرب مقدار بارها رابطه مستقیم دارد، به همین دلیل با دو برابر شدن بارها حاصل ضرب آن‌ها ۴ برابر می‌گردد، به همین دلیل نیروی ایجادشده  $160$  نیوتون می‌شود:

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow 4 \times 40 = 160 \text{ N}$$

۲ برابر ۲ برابر

**۱۳- گزینه ۱** صورت و مخرج رابطه به یک نسبت تغییر کرده است.

$$F \propto \frac{3 \times 3}{3^2} = \frac{9}{9} = 1$$

**۱۴- گزینه ۱** با مالش دو جسم به یکدیگر جسمی که تمایل به از دست دادن الکترون دارد بار مثبت پیدا می‌کند و جسمی که تمایل بیشتری به گرفتن الکترون دارد بار منفی پیدا می‌کند. گزینه (۳) نادرست است، زیرا تنها بارهای منفی جابه‌جا و مبادله می‌شوند. گزینه (۴) نادرست است، زیرا در اجسام نارسانا الکترون‌ها می‌توانند بین دو جسم منتقل شوند یا در جسم کمی جابه‌جا می‌شوند. (جسم قطبیده شود).

**۱۵- گزینه ۲** هنگام باردارنمودن یک جسم به روش مالش الکترون از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود. با این کار هر دو جسم باردار می‌شوند. جسمی که الکترون داده مثبت و جسمی که الکترون گرفته منفی می‌شود.

**۱۶- گزینه ۲** از آن‌جا که بارهای الکتریکی در تمام اجسام وجود دارد، با نزدیک کردن شانه باردار منفی به تکه‌های کاغذ، بارهای مثبت کاغذ جذب شانه شده و کاغذ به شانه می‌چسبد. این آزمایش ثابت می‌کند که در کاغذ نیز بارهای الکتریکی وجود دارند.

**۱۷- گزینه ۲** جسم A با از دست دادن الکترون بار مثبت پیدا می‌کند (به اندازه بار n الکترون) و جسم B با گرفتن همان تعداد الکترون از جسم A دارای بار منفی می‌شود. (به اندازه بار n الکترون) هر چه سطح تماس دو جسم بیشتر باشد، مبادله بارها راحت‌تر و بیشتر صورت می‌گیرد.

**۱۹- گزینه ۴** اجسام باردار اجسام خنثی را جذب می‌کنند، این مسئله ربطی به رسانا یا نارسانا بودن جسم ندارد. اگر جسم دوم باری مخالف جسم رسانای باردار داشته باشد هم جذب جسم اول می‌شود.

**۱- گزینه ۱** آزمایش‌های انجام‌شده در مورد الکتریسته نشان داده که دو نوع بار الکتریکی وجود دارد. بارهای هم‌نام یکدیگر را دفع و بارهای ناهم‌نام یکدیگر را جذب می‌کنند. این نتیجه‌گیری‌ها به صورت دو اصل در الکتریسته پذیرفته شده‌اند.

**۲- گزینه ۱** میله شیشه‌ای باردار دارای بار مثبت است و پارچه پشمی باردار نیز بار مثبت دارد؛ به همین دلیل می‌تواند یکدیگر را دفع کند.

**۳- گزینه ۲** وقتی جسم ۱ و ۲ یکدیگر را دفع می‌کنند، هر دو بار دارند و بار هر دو مشابه است، پس وقتی جسم (۱)، جسم (۳) را جذب می‌کند، جسم (۲) هم جسم (۳) را جذب می‌کند. گزینه‌های (۱) و (۴) نادرست هستند زیرا ممکن است جسم (۳) خنثی باشد که جذب جسم (۱) شده است.

**۴- گزینه ۲** تنها در آزمایش (۷) دو جسم یکدیگر را دفع می‌کنند زیرا هر دو جسم بار منفی دارند. در آزمایش‌های (۱)، (۲) و (۴) دو جسم بارهای ناهم‌نام دارند و یکدیگر را جذب می‌کنند. در آزمایش‌های (۳)، (۵) و (۶) نیز یک جسم باردار یک جسم خنثی را جذب کرده است. **۵- گزینه ۲** با توجه به قانون کنش و واکنش مقدار نیروی واردشده از طرف A به B برابر با مقدار نیروی واردشده از B به A است چون جرم هر دو گلوله برابر است، هر دو با زاویه مساوی نسبت به خط قائم قرار می‌گیرند.

**۶- گزینه ۲** عدم تعادل بارهای الکتریکی موجب می‌شود تا دافعه بارهای ناهم‌نام باعث بلندشدن گرد و غبار از سطح ماه شود و این غبارها تا ارتفاعی می‌توانند بالا روند که نیروی گرانشی وارد بر آن‌ها با نیروی دافعه الکتریکی برابر شود.

**۷- گزینه ۲** اجسام باردار و خنثی، یکدیگر را جذب می‌کنند. اصل این مسئله ربطی به رسانا یا نارسانا بودن اجسام ندارد.

**۸- گزینه ۱** با نزدیک شدن ذره باردار به ورقه و جذب شدن آن توسط بارهای مخالف درون ورقه مقدار نیروی الکتریکی وارد به آن بیشتر شده و سرعت آن زیاد می‌شود.

**۹- گزینه ۱** بادکنک باردار دارای بار منفی است و دافعه بارهای منفی و اندوگراف موجب دفع آن‌ها و دورشدن بادکنک می‌شود.

**۱۰- گزینه ۲** با نزدیک شدن زیاد آن‌ها در هنگام متراکم شدن، دافعه بارهای الکتریکی الکترون‌ها، نیروی مقاومی در برابر متراکم شدن پدید می‌آورد.

**۲۹- گزینه ۲** با وصل شدن کلید S، بارهای مثبت دفع شده

توسط بار +Q توسط زمین خنثی شده ولی بارهای منفی در جسم A باقی می‌مانند، به همین دلیل با بازکردن کلید و دور کردن بار مثبت، جسم A دارای بار منفی برابر با Q خواهد بود. با تماس جسم B، به مقدار  $\frac{Q}{4}$  از بار منفی A خنثی می‌شود و بار منفی باقی‌مانده  $(\frac{3Q}{4})$  بین A و B تقسیم می‌شود، پس بار جسم A،  $-\frac{Q}{4}$  خواهد شد.

**۳۰- گزینه ۲** در شکل «پ» بارهای منفی توسط جسم باردار

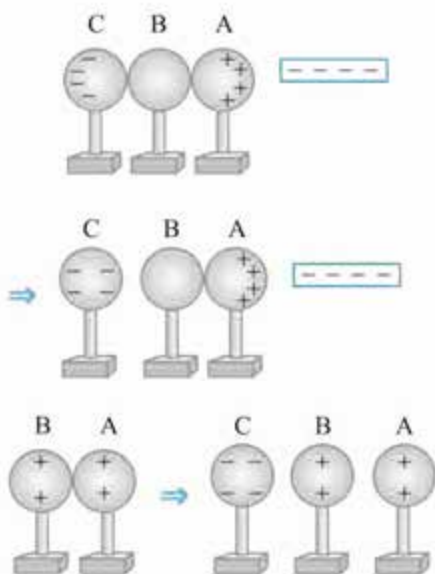
مثبت جذب شده و وارد کره شده است. در شکل «ت» ارتباط با زمین قطع شده، به همین دلیل با دور کردن جسم باردار، در شکل «ث» کره دارای بار منفی است.

**۳۱- گزینه ۲** قبل از دور کردن دو جسم باردار بار کره A منفی

و کره B مثبت است ولی با دور شدن دو جسم باردار، بارهای موجود در کره‌ها با هم مخلوط شده و مجدداً هر دو خنثی می‌شوند.

**۳۲- گزینه ۲** اگر فرض کنیم میله دارای بار منفی باشد، آن‌گاه

خواهیم داشت:



**۳۳- گزینه ۲** مطابق شکل در مرحله (۱) چون پایه کره B

رسانا است، B و C خنثی می‌شوند ولی A که بارهای منفی‌اش در ربایش بارهای مثبت شیشه باردار است، باردار می‌ماند. با اتصال کره C به زمین و جدا کردن B و C، باز هم بارهای منفی کره A در آن می‌مانند (به دلیل ربایش بارهای شیشه) و پس از دور کردن میله، فقط کره A باردار خواهد بود (بار منفی). بنابراین چون کره B و C در مرحله (۱) خنثی شده بودند در مرحله (۲) اتفاقی رخ نمی‌دهد، به همین دلیل گزینه (۳) نادرست است.

**۲۵- گزینه ۲** فلزها به دلیل الکترون آزاد زیادی که دارند، رسانای

الکتریسیته هستند. آهن و آلومینیم فلز هستند ولی رسانایی آلومینیم بیشتر از آهن است. گرافیت نافلز رساناست و الکترون آزاد کمی دارد.

**۲۱- گزینه ۲** چون هر دو جسم بار مخالف پیدا می‌کنند،

یکدیگر را جذب خواهند نمود؛ گزینه (۳) نادرست است. هنگام مالش دو جسم به هم، هر دو جسم باردار می‌شوند، بار هر دو برابر خواهد بود ولی مخالف هم، این مسئله به رسانا یا نارسانا بودن اجسام بستگی ندارد.

**۲۲- گزینه ۱** بهترین روش برای باردار کردن اجسام رسانا روش

القا و برای نارسانا مالش است.

**۲۳- گزینه ۴** با نزدیک کردن میله دارای بار منفی کره A

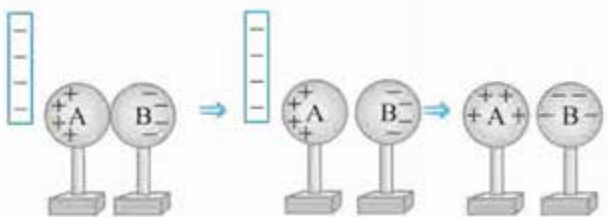
دارای بار مثبت و کره B دارای بار منفی می‌شود ولی با تماس دست و دور کردن میله، مجدداً کره‌ها خنثی می‌شوند.

**۲۴- گزینه ۲** شکل‌ها، مراحل القای بار در دو کره را نشان

می‌دهند. در مرحله «ب» کره A دارای بار منفی و کره B دارای بار مثبت گردیده است. چون کره B نزدیک A قرار دارد. برای کره A به عنوان القاکننده، عمل می‌کند (جسم B و میله با هم کره A را القا می‌کنند) به همین دلیل بار منفی کره A دو برابر بار مثبت کره B خواهد شد.

**۲۵- گزینه ۲** شکل، روش القا را در مورد دو کره نشان می‌دهد.

بار کره A مخالف میله و بار کره B هم‌نام با میله می‌شود؛ به همین دلیل میله و کره B یکدیگر را دفع می‌کنند.



**۲۶- گزینه ۲** چون جسم A بارهای مثبت را به سمت خود

کشیده و بارهای منفی را دور کرده است، این جسم دارای بار منفی بوده است و می‌تواند جسمی رسانا یا نارسانا باشد.

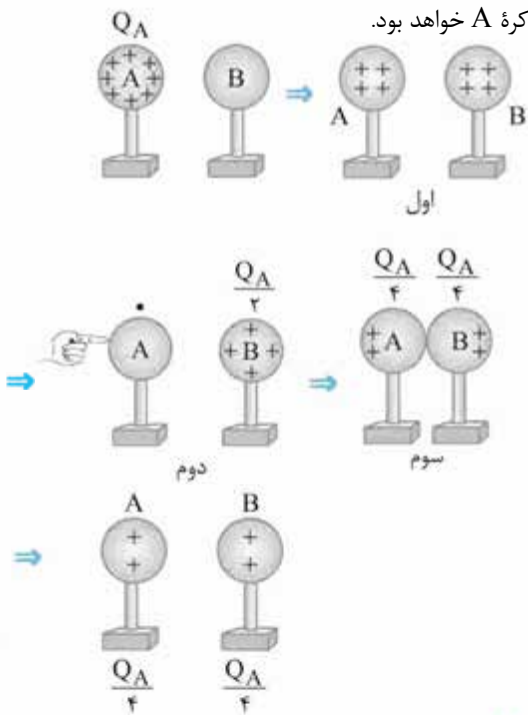
**۲۷- گزینه ۲** با نزدیک کردن جسم مثبت به کره B، بارها

در کره القا می‌شوند. با اتصال کره B به زمین بارهای مثبت خنثی می‌شوند ولی بارهای منفی که در ربایش کره A هستند، در آن باقی می‌مانند و کره B بار منفی پیدا می‌کند.

**۲۸- گزینه ۲** از آن‌جا که تنها بارهای منفی جابه‌جا می‌شوند، برای

خنثی شدن جسم A، بارهای منفی از زمین به جسم منتقل می‌شوند و برای خنثی شدن جسم B بارهای منفی از جسم B به زمین منتقل می‌شوند.

۳۷- گزینه ۲ مطابق شکل بارهای کره A و B برابر با هم و  $\frac{1}{3}$  بار اولیه کره A خواهد بود.

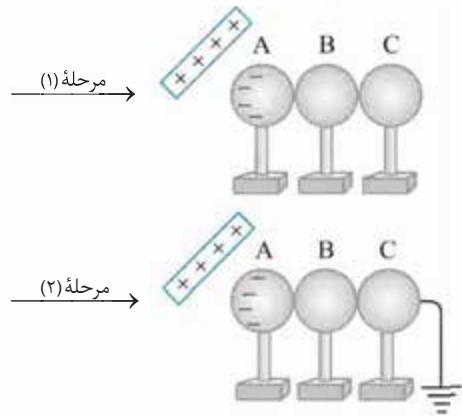


۳۸- گزینه ۱ در روش تماس، بار هر دو جسمی که با هم تماس پیدا می‌کنند، بارهای هم‌نام خواهد بود. به همین دلیل دو جسم یکدیگر را دفع می‌کنند. در حالی که در روش مالش و القا دو جسم بار مخالف خواهند داشت.

۳۹- گزینه ۲ در لحظه قبل از تماس چون یک جسم باردار و دیگری خنثی است، جسم باردار جسم خنثی را جذب می‌کند و نیروی ایجادشده جاذبه است ولی پس از تماس هر دو جسم بارهای هم‌نام خواهند داشت؛ به همین دلیل نیروی بین بارها از نوع دافعه خواهد بود.

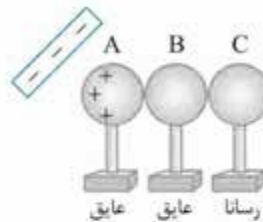
۴۰- گزینه ۲ با برخورد فویل آلومینیم با کره فلزی باردار مقداری از بارهای کره به فویل آلومینیمی منتقل می‌شود (به روش تماس) در نتیجه بارهای هم‌نام کره و فویل یکدیگر را دفع می‌کنند و فویل به کناری پرتاب می‌شود.

۴۱- گزینه ۴ اگر مقدار بار کره‌ها دقیقاً مساوی باشد، پس از برخورد با هم خنثی شده و به حالت اول باز می‌گردند (ب) ولی اگر بار یکی بیشتر از دیگری باشد، پس از تماس بخشی از بارها با یکدیگر خنثی شده و بارهای اضافی بین دو کره تقسیم می‌شوند. در نتیجه بار دو کره یکسان شده و یکدیگر را دفع می‌کنند (پ). ممکن است پس از تماس دو کره تمام بارها به‌جز یکی خنثی شده و فقط یک بار در یک کره باقی بماند (یک کره باردار و دیگری کره خنثی) و با جدانشدن دو کره، کره دارای بار و خنثی یکدیگر را جذب کرده و حالت (الف) پدید آید.

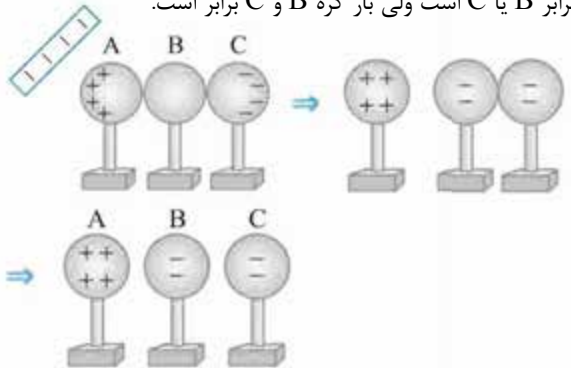


۳۴- گزینه ۱ چون پایه کره C رسانا است و کره‌ها با هم در تماس هستند، بارهای کره‌های B و C از طریق پایه C به زمین منتقل می‌شوند و خنثی می‌گردند به همین دلیل با جداکردن آن‌ها، باز هم خنثی می‌مانند. توجه داشته باشید که

بارهای مثبت کره A که در ربایش میله پلاستیکی هستند توسط پایه C و اتصال به زمین خنثی نمی‌شوند.

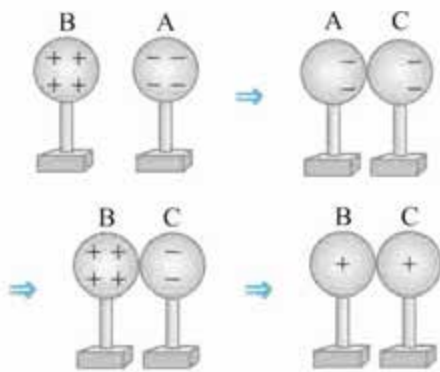


۳۵- گزینه ۲ مطابق شکل بارهای مثبت در کره A و بارهای منفی در کره C القا می‌شوند. با جدانشدن کره A، بارهای مثبت در آن می‌مانند و با دور کردن میله و سپس جداکردن کره B و C بارهای منفی به طور مساوی بین دو کره تقسیم می‌شوند، بنابراین بار کره A دو برابر B یا C است ولی بار کره B و C برابر است.



۳۶- گزینه ۲ جسم باردار (میله) بارهای هم‌نام خود را تا دورترین نقطه دفع می‌کند (D) به همین دلیل با جداکردن D بار درون آن هم‌نام بار میله خواهد بود، پس با دور کردن میله بار ناهم‌نام با میله بین کره‌های A، B و C توزیع می‌شود و با جداکردن آن‌ها از هم هر سه کره A، B و C بار هم‌نام خواهند داشت. تنها گزینه‌ای که بار کره‌های A تا C هم‌نام و D مخالف آن‌ها است گزینه ۴ است، پس لازم نیست که بار میله را بدانیم!





**۵۲- گزینه ۲** نارسانا بودن دو جسم سبب شده تا تعداد کمی بار

منتقل شود و بار در سطح هر دو ماده پخش نشود. اگر جسم (۲) رسانا بود، بار منتقل شده به دورترین نقطه آن می‌رفت. (در اثر دافعه بارهای جسم (۱)) اگر جسم (۱) رسانا بود، بارها در تمام سطوح آن پخش بود.

**۵۳- گزینه ۲** در اجسام باردار، بارها در سطح جسم پخش

می‌شوند و توپر یا خالی بودن جسم اثری در توزیع بارها ندارد.

**۵۴- گزینه ۲** کره سمت راست رساناست به همین دلیل در اثر

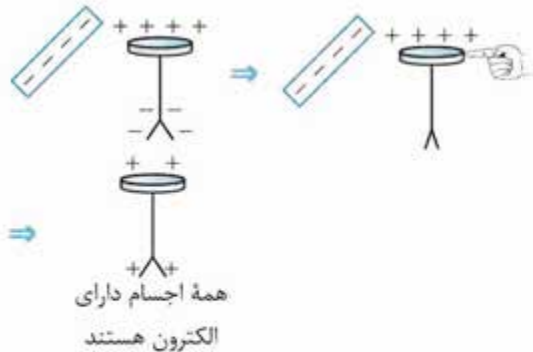
دافعه بارهای کره دیگر، بارها به دورترین نقطه کره رفته‌اند. کره سمت چپ نارسانا است به همین دلیل بارها در همان محل باقی مانده‌اند.

**۵۵- گزینه ۲** با نزدیک نمودن میله دارای بار مثبت به

الکتروسکوپ، کلاهک آن بار منفی و تیغه‌ها بار مثبت پیدا می‌کنند، چون الکتروسکوپ به زمین متصل است، بارهای مثبت تیغه‌ها خنثی می‌شوند. با قطع ارتباط با زمین بارهای منفی کلاهک موجب می‌شوند تا الکتروسکوپ بار منفی پیدا کند.

**۵۶- گزینه ۲** مطابق شکل، الکتروسکوپ در کل دارای بار مثبت

می‌شود ولی از آن‌جا که در تمام اتم‌های سازنده تیغه‌ها و کلاهک بارهای مثبت و منفی وجود دارند می‌توان گفت ورقه‌ها دارای الکترون نیز هستند.



**۵۷- گزینه ۲** بار الکتروسکوپ القاشده مخالف بار جسم القاکننده

خواهد بود. چون میله شیشه‌ای باردار دارای بار مثبت است، الکتروسکوپ بار منفی خواهد داشت و مطابق شکل گزینه (۴)، تیغه‌ها بار منفی داشته و

یکدیگر را دفع می‌کنند. با نزدیک کردن میله پلاستیکی باردار، بارهای منفی میله، تعدادی بار منفی دیگر به ورقه‌ها می‌ماند و تیغه‌ها بازتر می‌شوند.

**۴۲- گزینه ۲** فقط جمله سوم درست است. جمله چهارم

نادرست است، زیرا القای بار در کاغذ تنها باعث قطبیده شدن ذرات در همان منطقه می‌شود و چون کاغذ نارسانا است نمی‌توان گفت در دو طرف هر تکه کاغذ بارهای مثبت و منفی قرار می‌گیرد. جمله اول هم نادرست است، زیرا کاغذ خنثی است.

**۴۳- گزینه ۲** دو کره باردار با بارهای ناهم‌نام یکدیگر را جذب

می‌کنند. چون دو کره پس از تماس یکدیگر را دفع کرده‌اند، ممکن است یکی از کره‌ها بار بیشتری داشته که پس از خنثی نمودن کره دیگر، مقداری از بار خود را به آن داده و به دلیل هم‌نام شدن بار دو کره، یکدیگر را دفع کرده‌اند. اگر یک کره خنثی و دیگری باردار باشد نیز یکدیگر را جذب و پس از تماس، در بارها شریک می‌شوند و بارهای هم‌نام پیدا کرده و یکدیگر را دفع می‌کنند.

**۴۴- گزینه ۱** با نزدیک شدن گلوله خنثی به گلوله باردار آویزان

از نخ، گلوله آویزان جذب گلوله دیگر می‌شود ولی با تماس دو گلوله به هم، هر دو دارای بار مشابه می‌شوند و یکدیگر را دفع می‌کنند.

**۴۵- گزینه ۱** با تماس دو جسم، ۱۲ بار مثبت با ۱۲ بار منفی

خنثی می‌شوند و ۴ بار منفی باقی‌مانده و به طور مساوی بین دو کره تقسیم می‌شوند.

**۴۶- گزینه ۲** مجموع ۱۲ بار مثبت و ۱۶ بار مثبت، ۲۸ بار

مثبت خواهد شد. با تقسیم بارها بین دو کره، هر دو دارای ۱۴ بار مثبت می‌شوند.

**۴۷- گزینه ۱** از آن‌جا که ۲۰ بار منفی در کره بزرگ‌تر القا

شده و الکترون‌های وارد شده به کره بزرگ‌تر، از کره کوچک‌تر به آن وارد شده است، کره کوچک‌تر دارای همان مقدار بار مثبت می‌شود.

**۴۸- گزینه ۲** از آن‌جا که بارهای دو کره برابر و مخالف است،

با تماس دو کره، هر دو خنثی می‌شوند.

**۴۹- گزینه ۲** با تماس دو کره مجموع بار دو کره جمعاً +۶

کولن می‌شود (چون بار کره اول توسط بخشی از بار کره دوم خنثی می‌شود) و بار باقی‌مانده در کره دوم بین دو کره مشابه تقسیم می‌شود، در نتیجه هر دو دارای بار +۳ کولن می‌گردند.

**۵۰- گزینه ۲** با تماس دو کره، بارها به نسبت شعاع‌های دو

کره، بین آن‌ها تقسیم می‌شود. به همین دلیل کره بزرگ‌تر دارای ۲۰ بار منفی و کره کوچک‌تر دارای ۱۰ بار منفی می‌گردد.

**۵۱- گزینه ۲** مطابق شکل‌های ستون مقابل، در نهایت بار B و

C برابر و بار کره A دو برابر B یا C خواهد بود. کره A بار منفی و کره B و C بار مثبت خواهند داشت.