نام دبیر : مهندس باباخانی

عنوان : هومورک۱ فصل الکتریسیته ساکن

۱ چه تعداد از جملات زیر درست می‌باشند؟
الف) در اجسام نارسانا، بارهای الکتریکی فقط در محل تماس (مالش) مستقر می‌شوند.
ب) در جدول سری تریبوالکتریک هر چه از انتهای منفی سری به انتهای مثبت سری نزدیک شویم، الکترون‌خواهی زیاد می‌شود.
ج) در القای الکتریکی همیشه جسم القاکننده و جسم القاشونده هم‌دیگر را جذب می‌کنند.
د) براساس اصل پایستگی بارهای الکتریکی، جمع جبری بار الکتریکی دو جسم قبل و بعد از تماس یکسان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: **۳** گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فقط جمله‌ی ب نادرست است. زیرا در جدول سری تریبوالکتریک از بالا به پایین یعنی از انتهای مثبت سری به سمت انتهای منفی سری الکترون‌خواهی زیاد می‌شود و از انتهای منفی سری به سمت انتهای مثبت سری الکترون‌خواهی کاهش می‌یابد.

۲ کدام‌یک از گزینه‌های زیر، می‌تواند بار الکتریکی یک جسم برحسب کولن باشد؟ ($e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ C$)

۱) $۳/۲\times۱۰^{-۲۰}$ ۲) $۱/۶\times۱۰^{-۲۰}$ ۳) ۸×۱۰^{-۱۹} ۴) $۶/۴\times۱۰^{-۲۰}$

پاسخ: **۳** گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانیم بار الکتریکی، کمیتی کوانتومی است و طبق رابطه‌ی $q = \pm \mathrm{ne}$ باید مضرب صحیحی از مقدار e باشد، بنابراین با جای‌گذاری گزینه‌ها در رابطه‌ی $q = \mathrm{ne}$ مقدار n را به دست می‌آوریم. بدیهی است که گزینه‌ای صحیح است که n به دست آمده از آن گزینه عدد صحیح باشد.
بررسی گزینه‌ها:

۱) $۳/۲\times۱۰^{-۲۰} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۰/۲\ (\times)$

۲) $۱/۶\times۱۰^{-۲۰} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۰/۱\ (\times)$

۳) $۸\times۱۰^{-۱۹} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۵\ (\checkmark)$

۴) $۶/۴\times۱۰^{-۲۰} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۰/۴\ (\times)$

۳ با توجه به جدول سری الکتریسیته‌ی مالشی زیر، اگر جسم A را به جسم خنثی D مالش دهیم، اندازه‌ی بار جسم D برابر با $۱۹/۲\times۱۰^{-۱۳}$ خواهد شد. در این صورت کدام گزینه در مورد انتقال الکترون بین دو جسم صحیح است؟ ($e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ C$)

انتهای مثبت سری
A
B
C
D
E
F
انتهای منفی سری

۱ تعداد ۲ الکترون از جسم A به جسم D انتقال یافته است.

۲ تعداد ۱۲ الکترون از جسم D به جسم A انتقال یافته است.

۳ تعداد ۱۱ الکترون از جسم A به جسم D انتقال یافته است.

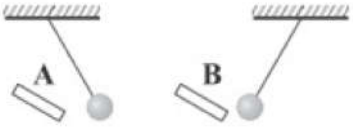
۴ تعداد ۱۱ الکترون از جسم D به جسم A انتقال یافته است.

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به جدول، با مالش جسم A به جسم D، جسم A دارای بار مثبت و جسم D دارای بار منفی می‌شود، یعنی الکترون از جسم A به جسم D انتقال یافته است.

$$q_D = -\,\mathrm{ne} \Rightarrow -۱۹/۲\times۱۰^{-۱۳}\times۱۰^{-۶} = -n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۱۲$$

بنابراین ۱۲ الکترون از جسم A به جسم D انتقال یافته است.

۴ گلوله‌ای با بار مثبت را با یک نخ سبک و عایق از سقف آویزان کرده‌ایم در دو حالت مجزا، یک بار میله‌ی فلزی A و بار دیگر میله‌ی فلزی B را به آن نزدیک می‌کنیم. اگر گلوله در مجاورت هر یک از این میله‌ها، به صورت نشان داده‌شده قرار بگیرد، میله‌ی A و میله‌ی B به ترتیب از راست به چپ کدام وضعیت را دارند؟



۱) الکترون از دست داده است - الکترون به دست آورده است.

۲) الکترون از دست داده است - الکترون به دست آورده است و یا خنثی می‌باشد.

۳) الکترون از دست داده است و یا خنثی می‌باشد - الکترون به دست آورده است.

۴) الکترون از دست داده و یا خنثی می‌باشد - الکترون به دست آورده است و یا خنثی می‌باشد.

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای پاسخ دان به این سؤال، به نکات زیر توجه کنید:
۱) اگر دو جسم یک‌دیگر را با نیروی الکتریکی دفع کنند، الزاماً باردار هستند و علامت بار آن‌ها یکسان است، بنابراین بار میله‌ی A مانند گلوله مثبت است و الکترون از دست داده است.
۲) اگر دو جسم یک‌دیگر را با نیروی الکتریکی جذب کنند، دو حالت ممکن است رخ داده باشد:
الف) هر دو جسم باردار باشند و علامت بارها مخالف هم باشد در این صورت علامت بار میله‌ی B منفی است و الکترون به دست آورده است.
ب) یک جسم باردار و دیگری خنثی باشد که در این صورت میله‌ی B خنثی است.

۵ بار الکتریکی هستهٔ یون X^{-5} برابر $۴/۸\times۱۰^{-۱۲}\mu C$ است. عدد اتمی این عنصر کدام است؟ (اندازهٔ بار الکترون $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ است.)

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی هستهٔ یون و اتم خنثی با هم برابر است:

$$(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ c = ۱/۶\times۱۰^{-۱۳}\mu C)$$

$$q = n.e \Rightarrow n = z = \frac{q}{e} = \frac{۴/۸\times۱۰^{-۱۲}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۳}} = ۳۰$$

۶ بار الکتریکی اتم کربن دو بار یونیده $\left(\begin{matrix}۱۲\\۶\end{matrix}C^{۲+}\right)$ چند کولن است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C)$

۱) $۴/۸\times۱۰^{-۱۹}$ ۲) $۳/۲\times۱۰^{-۱۹}$ ۳) $۴/۸\times۱۰^{-۱۶}$ ۴) $۳/۲\times۱۰^{-۱۶}$

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اتم کربن دو بار یونیده $\left(\begin{matrix}۱۲\\۶\end{matrix}C^{۲+}\right)$ یعنی دو الکترون از دست داده است، بنابراین:

$$q=\pm ne\xrightarrow{n=۲} q=۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\Rightarrow q=۳/۲\times۱۰^{-۱۹}\,C$$

۷ چهار کره‌ی رسانای مشابه را در نظر بگیرید. کره‌ی D با بار اولیه‌ی صفر با کره‌ی A تماس داده شده و سپس از آن جدا می‌شود. پس از آن کره‌ی D با کره‌ی B با بار اولیه‌ی $-۱۶\mu C$ تماس داده شده و سپس از آن جدا می‌شود. سرانجام کره‌ی D با کره‌ی C با بار اولیه‌ی $+۳۲\mu C$ تماس داده شده و از آن جدا می‌شود. بار نهایی کره‌ی D برابر $+۸\mu C$ است. بار اولیه‌ی کره‌ی A چند میکروکولن بوده است؟

۱) -۳۲ ۲) +۳۲ ۳) +۱۲ ۴) -۱۲

پاسخ: ۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

بار اولیه‌ی کره‌های $\begin{bmatrix}A\\B\\C\\D\end{bmatrix}$ برابر با $\begin{bmatrix}x=?\\-۱۶\mu C\\+۳۲\mu C\\\text{صفر}\end{bmatrix}$ است و بار نهایی کره‌ی D برابر $+۸\mu C$ شده است.

$$(\text{صفر})_D+(x)_A\Rightarrow q'_D=q'_A=\frac{x+۰}{۲}=\frac{x}{۲}$$

$$\left(\frac{x}{۲}\right)_D+(-۱۶\mu C)_B\Rightarrow q_D=q'_B=\frac{\left(\frac{x}{۲}\right)+(-۱۶\mu C)}{۲}=\frac{x}{۴}-۸\mu C$$

$$\left(\frac{x}{۴}-۸\mu C\right)_D+(+۳۲\,\mu C)_C\Rightarrow q_D=q'_C=\frac{\left(\frac{x}{۴}-۸\mu C+۳۲\mu C\right)}{۲}$$

$$=\frac{x}{۸}+۱۲\mu C=+۸\mu C\Rightarrow\frac{x}{۸}=-۴\mu C\Rightarrow x=-۳۲\mu C$$

۸ مجموع بار الکتریکی چه تعداد یون Fe^{2+} با عدد اتمی ۲۶، برابر با $4\mu C$ است؟
$(e = 1/6\times10^{-19} C)$

۱) $1/25\times10^{13}$ ۲) $1/04\times10^{13}$ ۳) 9×10^{11} ۴) $2/08\times10^{12}$

پاسخ: **۱** گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی یون Fe^{2+} برابر با مجموع بار دو پروتون است، زیرا اتم Fe تعداد دو الکترون از دست داده و به یون Fe^{2+} تبدیل شده است. پس بار الکتریکی خاصل هر یون Fe^{2+} برابر با $(2\times1/6\times10^{-19})C$ است. حال محاسبه می‌کنیم بار الکتریکی چه تعداد یون $(2\times1/6\times10^{-19})C$ برابر $4\mu C$ است.

$$\text{یون } n = \frac{4\times10^{-6}}{2\times1/6\times10^{-19}} = 1/25\times10^{13}$$

۹ عدد اتمی آهن ۲۶ است. بار الکتریکی یون Fe^{3+} و بار الکتریکی هسته‌ی اتم آهن به‌ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن است؟ $(e = 1/6\times10^{-19} C)$

۱) $-4/8\times10^{-13}$ و $4/16\times10^{-12}$ ۲) $-4/8\times10^{-13}$ و صفر

۳) $4/8\times10^{-13}$ و $4/16\times10^{-12}$ ۴) $4/8\times10^{-13}$ و صفر

پاسخ: **۳** گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی اتم خنثی صفر است و با از دست دادن یا گرفتن الکترون، بار آن به اندازه‌ی بار هر الکترون تغییر می‌کند. یون Fe^{3+} از اتم آهنی که ۳ الکترون از دست داده است، به وجود آمده است؛ پس بار یون Fe^{3+} برابر است با:

$$q = 3e = 3\times1/6\times10^{-19} = 4/8\times10^{-19} C = 4/8\times10^{-13}\mu C$$

بار الکتریکی هسته‌ی اتم برابر بار معادل پروتون‌های آن است که همواره مقدار ثابتی می‌ماند:

$$q' = 26e = 26\times1/6\times10^{-19} = 41/6\times10^{-19} \Rightarrow q' = 4/16\times10^{-12}\mu C$$

۱۰ با نزدیک کردن یک کرهٔ فلزی به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار، ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک می‌شوند. در این صورت می‌توان گفت که کرهٔ فلزی حتماً:

۱ باری موافق با بار الکتروسکوپ دارد.

۲ باری مخالف با بار الکتروسکوپ دارد.

۳ بدون بار است.

۴ یا بدون بار است و یا باری مخالف با بار الکتروسکوپ دارد.

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با نزدیک کردن کرهٔ فلزی بدون بار به کلاهک الکتروسکوپ باردار، در کرهٔ فلزی القای بار صورت می‌گیرد، طوری‌که بارهای مخالف بار الکتروسکوپ در نزدیک کلاهک الکتروسکوپ، درکرهٔ فلزی جمع می‌شوند. این تجمع بار، تعدادی از بارهای ورقه‌های الکتروسکوپ را به سمت خود می‌کشد و موجب می‌شود که ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک شوند. همچنین می‌دانیم با نزدیک کردن یک جسم با بار مخالف الکتروسکوپ به الکتروسکوپ باردار ورقه‌های آن به هم نزدیک می‌شوند. فقط بادور شدن ورقه‌های الکتروسکوپ می‌توان با قاطعیت گفت که جسم نزدیک شده به کلاهک الکتروسکوپ دارای باری موافق بار الکتروسکوپ است.

۱۱ چهار جسم A، B، C و D را دوبه‌دو به یک‌دیگر نزدیک می‌کنیم. اگر A و B یک‌دیگر را جذب و C و D هم یک‌دیگر را جذب کنند، ولی A و D یک‌دیگر را دفع کنند، کدام‌یک از گزینه‌ها نمی‌تواند درست باشد؟

۱ بار A و D هم‌نام

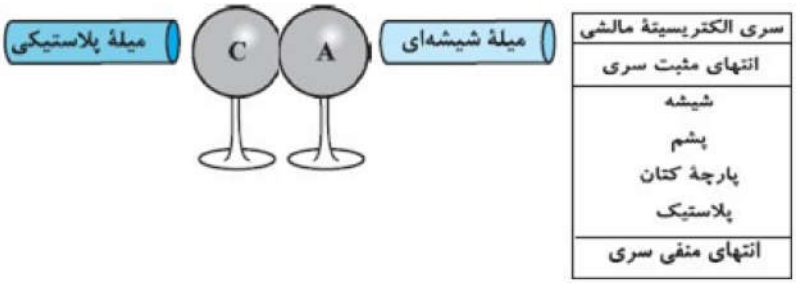
۲ بار A و C ناهم‌نام

۳ B و C هر دو بدون بار الکتریکی

۴ بار B و D هم‌نام

پاسخ: ۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی A و D یک‌دیگر را دفع می‌کنند، حتماً دارای بارهای هم‌نام هستند (فرض می‌کنیم هر دو مثبت‌اند). وقتی A و B یک‌دیگر را جذب می‌کنند و A مثبت باشد، B یا منفی و یا بدون بار است. وقتی D و C یک‌دیگر را جذب می‌کنند و D مثبت باشد، C یا منفی و یا بدون بار است.
D مثبت و B یا منفی یا بدون بار است، بنابراین B و D نمی‌توانند هم‌نام باشند.

۱۲) یک میلهٔ پلاستیکی با یک پارچهٔ پشمی و یک میلهٔ شیشه‌ای با یک پارچهٔ کتان مالش داده شده‌اند. مطابق شکل زیر، میله‌های باردار را به کره‌های متصل به هم A و C که خنثی هستند نزدیک می‌کنیم به‌طوری که به اندازهٔ Q روی کرهٔ A بار جمع شود. در همین حالت کرهٔ C را از کرهٔ A جدا کرده و سپس میله‌های باردار را از کره‌ها دور می‌کنیم. اگر کرهB را که در ابتدا خنثی است ابتدا به کرهٔ A و سپس با کرهٔ C تماس دهیم، بار کرهٔ B در نهایت چه قدر می‌شود؟ (سه کرهٔ A، B و C فلزی و مشابه هستند و بر روی پایه‌های عایق قرار دارند.)



سری الکتریسیتهٔ مالشی
انتهای مثبت سری
شیشه
پشم
پارچهٔ کتان
پلاستیک
انتهای منفی سری

۱) $-\frac{Q}{۲}$ ۲) $-\frac{Q}{۴}$ ۳) $+\frac{Q}{۴}$ ۴) $+\frac{Q}{۲}$

پاسخ: ۳) گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با مالش میلهٔ شیشه‌ای با پارچهٔ کتان، میله دارای بار مثبت می‌شود و با مالش میلهٔ پلاستیکی با پارچهٔ پشمی، میله دارای بار منفی می‌شود. مطابق شکل چون دو کره به هم چسبیده‌اند، با نزدیک کردن هر یک از میله‌ها بار منفی در کرهٔ A و بار مثبت در کرهٔ C القا می‌شود. حال با جدا کردن دو کره و سپس دور کردن میله‌های باردار، کرهٔ B را با کرهٔ A تماس می‌دهیم. در این صورت بار $\frac{-Q}{۲}$ از کرهٔ A به کرهٔ B منتقل می‌شود. پس بار کرهٔ A، $\frac{-Q}{۲}$ و بار کرهٔ B نیز $\frac{-Q}{۲}$ می‌شود.

حال اگر کرهٔ B را به کرهٔ C تماس دهیم $\frac{-Q}{۲}$ بار کرهٔ B توسط $\frac{+Q}{۲}$ بار کرهٔ C خنثی شده و بار $\frac{+Q}{۲}$ برای کره‌های C و B باقی‌می‌ماند و این بار به نسبت مساوی بین کره‌های B و C تقسیم می‌شود، یعنی بار کرهٔ B در نهایت $\frac{+Q}{۴}$ می‌شود.

۱۳) اگر جسمی با بار الکتریکی مثبت، $۶/۲۵\times۱۰^{۱۲}$ الکترون می‌گیریم، بار الکتریکی جسم، ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. بار اولیهٔ جسم چند میکروکولن بوده است؟ ($e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹} C$)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: ۴) گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی از جسم داری بار مثبت، تعدادی الکترون بگیریم، بار آن مثبت‌تر (بیش‌تر) می‌شود.

$$\Delta q = ne = ۶/۲۵\times۱۰^{۱۲}\times(۱/۶\times۱۰^{-۱۹}) = ۱۰^{-۶} C = ۱\mu C$$

بنابراین بار جسم $۱\mu C$ اضافه شده است. این مقدار بار ۲۵ درصد یا $\frac{۱}{۴}$ بار اولیه است. پس بار اولیهٔ جسم $۴\mu C$ بوده است.

۱۴ کره‌ای رسانا دارای بار الکتریکی مثبت است. اگر ۵×۱۰^{۱۳} الکترون به کره بدهیم، بار آن منفی و به اندازهٔ $\frac{۲}{۳}$ برابر اندازهٔ بار اولیه‌اش می‌شود. با اتصال این کره به کره‌ای مشابه که دارای بار $۱۹/۲\mu C$ است، چند میکروکولن بار از یکی به دیگری منتقل می‌شود؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

۱) ۸ ۲) ۱۱/۲ ۳) ۱۲/۴ ۴) ۱۲/۲

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا بار خالص و اولیهٔ کرهٔ اول را محاسبه می‌کنیم. هنگامی که به آن الکترون منتقل می‌شود در حقیقت بار منفی به آن اضافه می‌شود، داریم:

$$q-ne=\frac{-۲}{۳}q\Rightarrow\frac{۵}{۳}q=ne\Rightarrow q=\frac{۳ne}{۵}=\frac{۳\times۵\times۱۰^{۱۳}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{۵}=۴/۸\mu C$$

بار نهایی کره برابر است با:

$$q'=-\frac{۲}{۳}q=-۳/۲\mu C$$

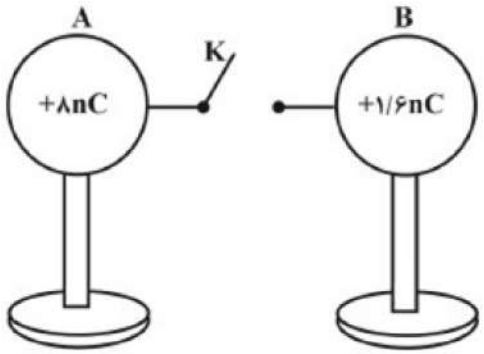
با اتصال این کره به کرهٔ رسانا و مشابه، بار هر کره نصف بار کل و خالص آن‌ها می‌شود:

$$q'_۱=q'_۲=\frac{-۳/۲+۱۹/۲}{۲}=۸\mu C$$

مقدار باری که از یک کره به دیگری منتقل می‌شود برابر است با:

$$|\Delta q|=\left|q_۱-q'_۱\right|=۱۹/۲-۸=۱۱/۲\mu C$$

۱۵ در شکل زیر دو کرهٔ مشابه رسانا و باردار روی پایه‌های عایقی قرار دارند. در این حالت با وصل کلید K ، به ترتیب از راست به چپ تعداد ..... الکترون از کرهٔ ..... به کرهٔ ..... منتقل می‌شود. (فرض کنید هیچ باری روی سیم رابط باقی نمی‌ماند و $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$)



۱) $B ، A ، ۲ \times ۱۰^{۱۰}$ ۲) $A ، B ، ۲ \times ۱۰^{۱۰}$ ۳) $A ، B ، ۴ \times ۱۰^{۱۰}$ ۴) $B ، A ، ۴ \times ۱۰^{۱۰}$

پاسخ: ۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا باید مقدار بار شارش شده بین دو کره را به‌دست آوریم. به همین منظور باید بار هریک از کره‌ها را بعد از وصل کلید k حساب کنیم. چون کره‌ها مشابه‌اند، بار الکتریکی‌ای که هر کره بعد از وصل کلید k دارد برابر با نصف مجموع بارهایی است که کره‌ها قبل از وصل کلید k داشته‌اند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{۲} \xrightarrow[q_B = ۱/۶\,\mathrm{nC}]{q_A = ۸\,\mathrm{nC}} q'_A = q'_B = \frac{۸ + ۱/۶}{۲} = ۴/۸\,\mathrm{nC}$$

می‌بینیم بار الکتریکی کرهٔ B از $q_B = +۱/۶\,\mathrm{nC}$ به $q'_B = +۴/۸\,\mathrm{nC}$ و بار کرهٔ A از $q_A = +۸\,\mathrm{nC}$ به $q'_A = +۴/۸\,\mathrm{nC}$ رسیده است. بنابراین اندازهٔ بار جابه‌جا شده برابر است با:

$$|\Delta q| = |q'_B - q_B| \xrightarrow[q_B = ۱/۶\,\mathrm{nC}]{q'_B = ۴/۸\,\mathrm{nC}}$$

$$|\Delta q| = ۴/۸ - ۱/۶ = ۳/۲\,\mathrm{nC} \Rightarrow |\Delta q| = ۳/۲ \times ۱۰^{-۹}\,C$$

$$|\Delta q| = ne \Rightarrow ۳/۲ \times ۱۰^{-۹} = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$$

$$\Rightarrow n = ۲ \times ۱۰^{۱۰} \text{ الکترون}$$

الکترون‌ها از کرهٔ B به کرهٔ A جابه‌جا می‌شوند. دقت کنید چون بار کرهٔ B نسبت به کرهٔ A کم‌تر است، الکترون‌ها از کرهٔ B به کرهٔ A منتقل می‌شوند.

۱۶ جسم رسانای بارداری که شکل غیر کروی دارد روی پایه‌ی عایقی قرار دارد. یک سر سیمی را به کلاهک الکتروسکوپ وصل کرده‌ایم و سر دیگر آن‌را با عایقی گرفته و در تماس با جسم باردار، روی آن جابه‌جا می‌کنیم در این جابه‌جایی، ورقه‌های الکتروسکوپ:

۱) در تماس با نقاط نوک تیز بیش‌تر باز می‌شوند و در دیگر نقاط کم‌تر

۲) سریع به حالت خنثی درآمده و به هم می‌چسبند.

۳) در یک وضعیت ثابت می‌مانند.

۴) در تماس با نقاط نوک تیز جسم کم‌تر باز می‌شوند و در دیگر نقاط بیش‌تر

پاسخ: ۳ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. چون سطح رسانا یک سطح هم پتانسیل است.

۱۷ صفحات یک الکتروسکوپ باز هستند، اگر یک میله‌ی رسانای خنثی را به کلاهک آن نزدیک کنیم، صفحات الکتروسکوپ .....

۱ دورتر می‌شوند.
۲ نزدیک می‌شوند.
۳ تغییر نمی‌کند.
۴ بسته به علامت بار الکتروسکوپ هر سه ممکن است.

پاسخ: ۲ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بار در میله‌ی رسانای خنثی القا شده و چون بار مخالف نزدیک‌تر است، بار الکتروسکوپ را جذب کرده و مقداری از بار صفحات را به کلاهک منتقل می‌کند.

۱۸ یک میله‌ی نارسانا را که بار الکتریکی آن مثبت است، به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم و در این حالت دست دیگر خود را به کلاهک تماس داده و جدا می‌کنیم و سپس میله‌ی باردار را نیز از کلاهک دور می‌کنیم. در این حالت، کلاهک دارای بار الکتریکی ..... می‌شود و ورقه‌ها با بار ..... از هم دور می‌شوند.

۱ مثبت - منفی
۲ مثبت - مثبت
۳ منفی - مثبت
۴ منفی - منفی

پاسخ: ۴ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با نزدیک کردن میله با بار خالص مثبت به کلاهک الکتروسکوپ خنثی، تعدادی از الکترون‌های آزاد ورقه‌های الکتروسکوپ در اثر نیروی ربایشی بار مثبت میله، به کلاهک منتقل و روی آن جمع می‌شوند، در نتیجه ورقه‌ها با از دست دادن تعدادی الکترون، دارای بار مثبت اضافی می‌شوند. با اتصال دست به کلاهک، بار مثبت اضافی روی ورقه‌ها با دریافت الکترون آزاد مورد نیاز از بدن، خنثی می‌شوند. اما بار منفی القاء شده در کلاهک روی آن باقی می‌ماند با قطع تماس دست و سپس دور کردن میله از کلاهک، بار منفی جمع شده در کلاهک، روی ورقه‌ها و کلاهک پخش می‌شود.

۱۹ مجموع بار الکترون‌های موجود در ۱۸۰ گرم آب، چند کولن است؟ (جرم مولکولی آب $18\frac{g}{mol}$ ، عدد آووگادرو تقریباً 6×10^{23} و اندازه‌ی بار هر الکترون $1/6\times10^{-19}$ است.)

۱) $-1/6\times10^{-17}$ ۲) $-9/6\times10^{5}$ ۳) $-1/6\times10^{-18}$ ۴) $-9/6\times10^{6}$

پاسخ: ۴ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا تعداد مول‌های موجود در ۱۸۰ گرم آب (H_2O) را تعیین می‌کنیم:

$$n=\frac{m}{M}\xrightarrow{m=180g,M=18\frac{g}{mol}}n=\frac{180}{18}=10mol$$

اکنون تعداد مولکول‌های موجود در ۱۰ مول H_2O را به‌دست می‌آوریم:

$$N=n\times N_a\xrightarrow{N_a=6\times10^{23},n=10mol}N=10\times6\times10^{23}\Rightarrow N=6\times10^{24}\ \text{مولکول}$$

با توجه به این‌که هر مولکول آب ۱۰ الکترون (۲ تا برای H_2 و ۸ تا برای O) دارد، تعداد الکترون‌های موجود در ۱۰ مول H_2O برابر است با:

$$6\times10^{24}\times10=6\times10^{25}\ \text{مولکول}$$

بنابراین بار الکترون‌ها برابر است با:

$$q=-ne=-6\times10^{25}\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow q=-9/6\times10^{6}C$$

۲۰ برای اندازه‌گیری بار الکتریکی الکترون از آزمایش میلیکان استفاده می‌شود. در آزمایش میلیکان، روی یک قطره‌ی روغن مقداری بار الکتریکی وجود دارد. این قطره‌ی روغن در یک میدان الکتریکی معلق می‌ماند. با اندازه‌گیری جرم قطره‌ی روغن و دانستن میدان الکتریکی می‌توان بار روی قطره‌ی روغن را به دست آورد. بار سه قطره روغن به ترتیب $3/9\times10^{-19}C$ ،$6/5\times10^{-19}C$ و $9/1\times10^{-19}C$ اندازه‌گیری شده است. بر اساس این اندازه‌گیری‌ها کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند بار یک الکترون باشد؟

۱) $1/3\times10^{-19}C$ ۲) $2/6\times10^{-19}C$ ۳) $1/6\times10^{-19}C$ ۴) $3/9\times10^{-19}C$

پاسخ: ۱ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. کوچک‌ترین واحد بار الکتریکی، بار الکترون است. اندازه بار الکتریکی هر جسم باردار مضرب صحیحی از بار یک الکترون می‌باشد. بنابراین بزرگ‌ترین مقسوم علیه مشترک بارهای اندازه‌گیری شده، همان بار الکترون است. بزرگ‌ترین مقسوم علیه مشترک سه‌بار $3/9\times10^{-19}C$ ، $6/50\times10^{-19}C$ و $9/10\times10^{-19}C$ مقدار $1/3\times10^{-19}C$ است. یعنی هر سه بار به $1/3\times10^{-19}C$ بخش‌پذیرند. پس بار الکترون با این اندازه‌گیری‌ها می‌تواند $1/3\times10^{-19}C$ باشد.

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فقط جمله‌ی ب نادرست است. زیرا در جدول سری تریبوالکتریک از بالا به پایین یعنی از انتهای مثبت سری به سمت انتهای منفی سری الکترون‌خواهی زیاد می‌شود و از انتهای منفی سری به سمت انتهای مثبت سری الکترون‌خواهی کاهش می‌یابد.

۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانیم بار الکتریکی، کمیتی کوانتومی است و طبق رابطه‌ی $q = \pm \mathrm{ne}$ باید مضرب صحیحی از مقدار e باشد، بنابراین با جای‌گذاری گزینه‌ها در رابطه‌ی $q = \mathrm{ne}$ مقدار n را به دست می‌آوریم. بدیهی است که گزینه‌ای صحیح است که n به دست آمده از آن گزینه عدد صحیح باشد.
بررسی گزینه‌ها:

۱) $۳/۲\times۱۰^{-۲۰} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۰/۲\ (\times)$

۲) $۱/۶\times۱۰^{-۲۰} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۰/۱\ (\times)$

۳) $۸\times۱۰^{-۱۹} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۵\ (\checkmark)$

۴) $۶/۴\times۱۰^{-۲۰} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۰/۴\ (\times)$

۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به جدول، با مالش جسم A به جسم D، جسم A دارای بار مثبت و جسم D دارای بار منفی می‌شود، یعنی الکترون از جسم A به جسم D انتقال یافته است.

$$q_D = -\mathrm{ne} \Rightarrow -۱۹/۲\times۱۰^{-۱۳}\times۱۰^{-۶} = -n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۱۲$$

بنابراین ۱۲ الکترون از جسم A به جسم D انتقال یافته است.

۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای پاسخ دان به این سؤال، به نکات زیر توجه کنید:
۱) اگر دو جسم یک‌دیگر را با نیروی الکتریکی دفع کنند، الزاماً باردار هستند و علامت بار آن‌ها یکسان است، بنابراین بار میله‌ی A مانند گلوله مثبت است و الکترون از دست داده است.
۲) اگر دو جسم یک‌دیگر را با نیروی الکتریکی جذب کنند، دو حالت ممکن است رخ داده باشد:
الف) هر دو جسم باردار باشند و علامت بارها مخالف هم باشد در این صورت علامت بار میله‌ی B منفی است و الکترون به دست آورده است.
ب) یک جسم باردار و دیگری خنثی باشد که در این صورت میله‌ی B خنثی است.

۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی هستهٔ یون و اتم خنثی با هم برابر است:

$$(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ c = ۱/۶\times۱۰^{-۱۳}\ \mu\mathrm{C})$$

$$q = n.e \Rightarrow n = z = \frac{q}{e} = \frac{۴/۸\times۱۰^{-۱۲}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۳}} = ۳۰$$

۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اتم کربن دو بار یونیده $\left(^{۱۲}_{۶}C^{۲+}\right)$ یعنی دو الکترون از دست داده است، بنابراین:

$$q = \pm ne \xrightarrow{n=۲} q = ۲\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow q = ۳/۲\times ۱۰^{-۱۹}\ C$$

۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

بار اولیه‌ی کره‌های $\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{bmatrix}$ برابر با $\begin{bmatrix} x = ? \\ -۱۶\mu C \\ +۳۲\mu C \\ \text{صفر} \end{bmatrix}$ است و بار نهایی کره‌ی D برابر $+۸\mu C$ شده است.

$$(\text{صفر})_D + (x)_A \Rightarrow q'_D = q'_A = \frac{x+۰}{۲} = \frac{x}{۲}$$

$$\left(\frac{x}{۲}\right)_D + (-۱۶\mu C)_B \Rightarrow q_D = q'_B = \frac{\left(\frac{x}{۲}\right) + (-۱۶\mu C)}{۲} = \frac{x}{۴} - ۸\mu C$$

$$\left(\frac{x}{۴} - ۸\mu C\right)_D + (+۳۲\,\mu C)_C \Rightarrow q_D = q'_C = \frac{\left(\frac{x}{۴} - ۸\mu C + ۳۲\mu C\right)}{۲}$$

$$= \frac{x}{۸} + ۱۲\mu C = +۸\mu C \Rightarrow \frac{x}{۸} = -۴\mu C \Rightarrow x = -۳۲\mu C$$

۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی یون $Fe^{۲+}$ برابر با مجموع بار دو پروتون است، زیرا اتم Fe تعداد دو الکترون از دست داده و به یون $Fe^{۲+}$ تبدیل شده است. پس بار الکتریکی خاصل هر یون $Fe^{۲+}$ برابر با $(۲\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹})C$ است. حال محاسبه می‌کنیم بار الکتریکی چه تعداد یون $(۲\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹})C$ برابر $۴\mu C$ است.

$$n = \frac{۴\times ۱۰^{-۶}}{۲\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}} = ۱/۲۵\times ۱۰^{۱۳} \text{ یون}$$

۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی اتم خنثی صفر است و با از دست دادن یا گرفتن الکترون، بار آن به اندازه‌ی بار هر الکترون تغییر می‌کند. یون $Fe^{۳+}$ از اتم آهنی که ۳ الکترون از دست داده است، به وجود آمده است؛ پس بار یون $Fe^{۳+}$ برابر است با:

$$q = ۳e = ۳\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹} = ۴/۸\times ۱۰^{-۱۹} C = ۴/۸\times ۱۰^{-۱۳}\ \mu C$$

بار الکتریکی هسته‌ی اتم برابر بار معادل پروتون‌های آن است که همواره مقدار ثابتی می‌ماند:

$$q' = ۲۶e = ۲۶\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹} = ۴۱/۶\times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow q' = ۴/۱۶\times ۱۰^{-۱۲}\ \mu C$$

۱۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با نزدیک کردن کرهٔ فلزی بدون بار به کلاهک الکتروسکوپ باردار، در کرهٔ فلزی القای بار صورت می‌گیرد، طوری‌که بارهای مخالف بار الکتروسکوپ در نزدیک کلاهک الکتروسکوپ، درکرهٔ فلزی جمع می‌شوند. این تجمع بار، تعدادی از بارهای ورقه‌های الکتروسکوپ را به سمت خود می‌کشد و موجب می‌شود که ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک شوند. همچنین می‌دانیم با نزدیک کردن یک جسم با بار مخالف الکتروسکوپ به الکتروسکوپ باردار ورقه‌های آن به هم نزدیک می‌شوند. فقط بادور شدن ورقه‌های الکتروسکوپ می‌توان با قاطعیت گفت که جسم نزدیک شده به کلاهک الکتروسکوپ دارای باری موافق بار الکتروسکوپ است.

۱۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی A و D یک‌دیگر را دفع می‌کنند، حتماً دارای بارهای هم‌نام هستند (فرض می‌کنیم هر دو مثبت‌اند). وقتی A و B یک‌دیگر را جذب می‌کنند و A مثبت باشد، B یا منفی و یا بدون بار است. وقتی D و C یک‌دیگر را جذب می‌کنند و D مثبت باشد، C یا منفی و یا بدون بار است.

D مثبت و B یا منفی یا بدون بار است، بنابراین B و D نمی‌توانند هم‌نام باشند.

۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با مالش میلهٔ شیشه‌ای با پارچهٔ کتان، میله دارای بار مثبت می‌شود و با مالش میلهٔ پلاستیکی با پارچهٔ پشمی، میله دارای بار منفی می‌شود. مطابق شکل چون دو کره به هم چسبیده‌اند، با نزدیک کردن هر یک از میله‌ها بار منفی در کرهٔ A و بار مثبت در کرهٔ C القا می‌شود. حال با جدا کردن دو کره و سپس دور کردن میله‌های باردار، کرهٔ B را با کرهٔ A تماس می‌دهیم. در این صورت بار $\frac{-Q}{۲}$ از کرهٔ A به کرهٔ B منتقل می‌شود. پس بار کرهٔ A، $\frac{-Q}{۲}$ و بار کرهٔ B نیز $\frac{-Q}{۲}$ می‌شود.

حال اگر کرهٔ B را به کرهٔ C تماس دهیم $\frac{-Q}{۲}$ بار کرهٔ B توسط $\frac{+Q}{۲}$ بار کرهٔ C خنثی شده و بار $\frac{+Q}{۲}$ برای کره‌های C و B باقی‌می‌ماند و این بار به نسبت مساوی بین کره‌های B و C تقسیم می‌شود، یعنی بار کرهٔ B در نهایت $\frac{+Q}{۴}$ می‌شود.

۱۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی از جسم داری بار مثبت، تعدادی الکترون بگیریم، بار آن مثبت‌تر (بیش‌تر) می‌شود.

$$\Delta q = ne = ۶/۲۵\times ۱۰^{۱۲}\times(۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}) = ۱۰^{-۶} C = ۱\mu C$$

بنابراین بار جسم $۱\mu C$ اضافه شده است. این مقدار بار ۲۵ درصد یا $\frac{۱}{۴}$ بار اولیه است. پس بار اولیهٔ جسم $۴\mu C$ بوده است.

۱۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا بار خالص و اولیهٔ کرهٔ اول را محاسبه می‌کنیم. هنگامی که به آن الکترون منتقل می‌شود در حقیقت بار منفی به آن اضافه می‌شود، داریم:

$$q - ne = \frac{-۲}{۳}q \Rightarrow \frac{۵}{۳}q = ne \Rightarrow q = \frac{۳ne}{۵} = \frac{۳\times۵\times۱۰^{۱۳}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{۵} = ۴/۸\mu C$$

بار نهایی کره برابر است با:

$$q' = -\frac{۲}{۳}q = -۳/۲\mu C$$

با اتصال این کره به کرهٔ رسانا و مشابه، بار هر کره نصف بار کل و خالص آن‌ها می‌شود:

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{-۳/۲ + ۱۹/۲}{۲} = ۸\mu C$$

مقدار باری که از یک کره به دیگری منتقل می‌شود برابر است با:

$$|\Delta q| = \left|q_۱ - q'_۱\right| = ۱۹/۲ - ۸ = ۱۱/۲\mu C$$

۱۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا باید مقدار بار شارش شده بین دو کره را به‌دست آوریم. به همین منظور باید بار هریک از کره‌ها را بعد از وصل کلید k حساب کنیم. چون کره‌ها مشابه‌اند، بار الکتریکی‌ای که هر کره بعد از وصل کلید k دارد برابر با نصف مجموع بارهایی است که کره‌ها قبل از وصل کلید k داشته‌اند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{۲} \xrightarrow[q_B = ۱/۶\,\mathrm{nC}]{q_A = ۸\,\mathrm{nC}} q'_A = q'_B = \frac{۸ + ۱/۶}{۲} = ۴/۸\,\mathrm{nC}$$

می‌بینیم بار الکتریکی کرهٔ B از $q_B = +۱/۶\,\mathrm{nC}$ به $q'_B = +۴/۸\,\mathrm{nC}$ و بار کرهٔ A از $q_A = +۸\,\mathrm{nC}$ به $q'_A = +۴/۸\,\mathrm{nC}$ رسیده است. بنابراین اندازهٔ بار جابه‌جا شده برابر است با:

$$|\Delta \mathrm{q}| = |\mathrm{q}'_B - q_{\mathrm{B}}| \xrightarrow[q_B = ۱/۶\,\mathrm{nC}]{q'_B = ۴/۸\,\mathrm{nC}}$$

$$|\Delta \mathrm{q}| = ۴/۸ - ۱/۶ = ۳/۲\mathrm{nC} \Rightarrow |\Delta \mathrm{q}| = ۳/۲\times۱۰^{-۹}\,C$$

$$|\Delta \mathrm{q}| = \mathrm{ne} \Rightarrow ۳/۲\times۱۰^{-۹} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$$

$$\Rightarrow n = ۲\times۱۰^{۱۰} \text{ الکترون}$$

الکترون‌ها از کرهٔ B به کرهٔ A جابه‌جا می‌شوند. دقت کنید چون بار کرهٔ B نسبت به کرهٔ A کم‌تر است، الکترون‌ها از کرهٔ B به کرهٔ A منتقل می‌شوند.

۱۶ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. چون سطح رسانا یک سطح هم پتانسیل است.

۱۷ گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بار در میله‌ی رسانای خنثی القا شده و چون بار مخالف نزدیک‌تر است، بار الکتروسکوپ را جذب کرده و مقداری از بار صفحات را به کلاهک منتقل می‌کند.

۱۸ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با نزدیک کردن میله با بار خالص مثبت به کلاهک الکتروسکوپ خنثی، تعدادی از الکترون‌های آزاد ورقه‌های الکتروسکوپ در اثر نیروی ربایشی بار مثبت میله، به کلاهک منتقل و روی آن جمع می‌شوند، در نتیجه ورقه‌ها با از دست دادن تعدادی الکترون، دارای بار مثبت اضافی می‌شوند. با اتصال دست به کلاهک، بار مثبت اضافی روی ورقه‌ها با دریافت الکترون آزاد مورد نیاز از بدن، خنثی می‌شوند. اما بار منفی القاء شده در کلاهک روی آن باقی می‌ماند با قطع تماس دست و سپس دور کردن میله از کلاهک، بار منفی جمع شده در کلاهک، روی ورقه‌ها و کلاهک پخش می‌شود.

۱۹ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا تعداد مول‌های موجود در ۱۸۰ گرم آب $(H_۲O)$ را تعیین می‌کنیم:

$$n = \frac{m}{M} \xrightarrow{m=۱۸۰\text{g}،M=۱۸\frac{g}{\text{mol}}} n = \frac{۱۸۰}{۱۸} = ۱۰\text{mol}$$

اکنون تعداد مولکول‌های موجود در ۱۰ مول $H_۲O$ را به‌دست می‌آوریم:

$$N = n \times N_a \xrightarrow{N_a=۶\times ۱۰^{۲۳}،n=۱۰\text{mol}} N = ۱۰\times ۶\times ۱۰^{۲۳} \Rightarrow N = ۶\times ۱۰^{۲۴} \text{ مولکول}$$

با توجه به این‌که هر مولکول آب ۱۰ الکترون (۲ تا برای $H_۲$ و ۸ تا برای O) دارد، تعداد الکترون‌های موجود در ۱۰ مول $H_۲O$ برابر است با:

$$۶\times ۱۰^{۲۴} \times ۱۰ = ۶\times ۱۰^{۲۵} \text{ مولکول}$$

بنابراین بار الکترون‌ها برابر است با:

$$q = -\text{ne} = -۶\times ۱۰^{۲۵} \times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow q = -۹/۶\times ۱۰^{۶} C$$

۲۰ گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. کوچک‌ترین واحد بار الکتریکی، بار الکترون است. اندازه بار الکتریکی هر جسم باردار مضرب صحیحی از بار یک الکترون می‌باشد. بنابراین بزرگ‌ترین مقسوم علیه مشترک بارهای اندازه‌گیری شده، همان بار الکترون است. بزرگ‌ترین مقسوم علیه مشترک سه‌بار C ، $۳/۹ \times ۱۰^{-۱۹}$ C و $۶/۵۰\times ۱۰^{-۱۹}$ C مقدار $۹/۱۰ \times ۱۰^{-۱۹}$ C است. یعنی هر سه بار به $۱/۳\times ۱۰^{-۱۹} C$ بخش‌پذیرند. پس بار الکترون با این اندازه‌گیری‌ها می‌تواند $۱/۳ \times ۱۰^{-۱۹}$ C باشد.

۱	۱	۲	**۳**	۴
۲	۱	۲	**۳**	۴
۳	**۱**	۲	۳	۴
۴	۱	**۲**	۳	۴
۵	۱	**۲**	۳	۴
۶	۱	**۲**	۳	۴
۷	**۱**	۲	۳	۴
۸	**۱**	۲	۳	۴
۹	۱	۲	**۳**	۴
۱۰	۱	۲	۳	**۴**
۱۱	۱	۲	۳	**۴**
۱۲	۱	۲	**۳**	۴
۱۳	۱	۲	۳	**۴**
۱۴	۱	**۲**	۳	۴
۱۵	۱	**۲**	۳	۴
۱۶	۱	۲	**۳**	۴
۱۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۹	۱	۲	۳	**۴**
۲۰	**۱**	۲	۳	۴