۱ الف) بار الکتریکی اتم و هستهٔ اتم کربن (${}^{12}_{6}C$) چند کولن است؟

ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده (C^{+}) چقدر است؟

پاسخ: الف) بار خالصی که یک اتم خنثی دارد، برابر صفر است؛ زیرا تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن برابرند و چون تعداد پروتون‌های هسته ۶ عدد است، بار هسته برابر است با:

$$q = \pm ne \Rightarrow q_{\text{هسته}} = ۶ \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow q = ۹٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

ب) اتم کربن یک بار یونیده، یک الکترون از دست داده است؛ بنابراین بار این یون برابر است با:

$$q = \pm ne \Rightarrow q = +۱ \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow q = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

۲ یک میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میلهٔ پلاستیکی $-۱۲٫۸nC$ می‌شود.

الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچه‌ی پشمی چقدر است؟

ب) تعداد الکترون‌های منتقل‌شده از پارچهٔ پشمی به میلهٔ پلاستیکی را محاسبه کنید.

پاسخ: الف) بار ایجادشده در پارچه و میله از نظر اندازه برابر است و فقط علامت آنها متفاوت است. در واقع الکترون‌ها از پارچهٔ پشمی به میلهٔ پلاستیکی منتقل شده‌اند. یعنی:

$$q_{\text{پارچه}} = +۱۲٫۸nC$$

ب)

$$q = \pm ne \Rightarrow -۱۲٫۸ \times ۱۰^{-۹} = -n \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = \frac{۱۲٫۸}{۱٫۶} \times ۱۰^{۱۰} = ۸ \times ۱۰^{۱۰}$$

۳ چند الکترون باید از یک سکهٔ خنثی خارج شود، تا بار الکتریکی آن $+۱\mu C$ شود؟ ($e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$)

① $۱٫۶ \times ۱۰^{۶}$ ② $۱٫۶ \times ۱۰^{۱۲}$ ③ $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۶}$ ④ $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$

پاسخ: ④ ③ ② ① بار الکتریکی یک جسم همواره مضرب صحیحی از بار پایه (e) است و اندازهٔ آن از رابطهٔ $q = \pm ne$ به‌دست می‌آید و داریم:

$$q = ne \rightarrow ۱ \times ۱۰^{-۶} = n \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow n = \frac{۱۰^{-۶}}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$$

بنابراین باید تعداد $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$ الکترون از سکه خنثی خارج شود تا بار الکتریکی آن $+۱\mu C$ شود.

۴ به جسمی $۲٫۰ \times ۱۰^{۱۰}$ الکترون اضافی داده شده است. بزرگی بار الکتریکی و نوع بار جسم را تعیین کنید.

پاسخ:

$$q = \pm ne \Rightarrow q = -۲٫۰ \times ۱۰^{۱۰} \times (۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C) \Rightarrow q = -۳٫۲ \times ۱۰^{-۹} C$$

۵ بار الکتریکی جابه‌جاشده در یک آذرخش حدود $۸۰C$ بوده است. در چنین آذرخشی چه تعداد الکترون جابه‌جا شده‌اند؟

پاسخ:

$$q = \pm ne$$

$$۸۰ = n \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = \frac{۸۰}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۵ \times ۱۰^{۲۰}$$

تعداد الکترون‌های جابه‌جا شده ۵×۱۰^{۲۰} عدد بوده است.

۶ وضعیت قرارگیری دو مادهٔ A و B در سری الکتریسیتهٔ مالشی به صورت زیر است. اگر مادهٔ A را با مادهٔ B مالش دهیم، بار الکتریکی مادهٔ B چند میکروکولن می‌تواند باشد؟$(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

انتهای مثبت سری
A --- B
انتهای منفی سری

(۱) $۴٫۸ \times ۱۰^{-۱۳}$ (۲) $-۴٫۸ \times ۱۰^{-۱۳}$

(۳) $۳٫۶ \times ۱۰^{-۱۳}$ (۴) $-۳٫۶ \times ۱۰^{-۱۳}$

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ می‌دانیم این جدول، موسوم به سری الکتریسیتهٔ مالشی (تریبو الکتریک؛ $tribo$ در زبان یونانی به معنای مالش است) می‌باشد. در این جدول مواد پایین‌تر، الکترون‌خواهی بیشتری دارند؛ یعنی اگر دو ماده در این جدول در تماس با یکدیگر قرار گیرند، الکترون‌ها از مادهٔ بالاتر جدول به ماده‌ای که پایین‌تر قرار دارند منتقل می‌شود.

نکتهٔ دوم: بار الکتریکی یک کمیت کوانتومی است. یعنی مضرب درستی از بار الکتریکی e است: $(q = \pm ne$ و $n \in \mathbb{N})$.

از طرف دیگر بار مادهٔ B باید منفی باشد: $q = -ne$ یعنی:

$$\frac{q}{e} = -n$$

$$e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۳} \mu C$$

$$\rightarrow \begin{cases} \frac{۳٫۶ \times ۱۰^{-۱۳}}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۳}} = ۲٫۲۵ \notin \mathbb{N} \\ \frac{۴٫۸ \times ۱۰^{-۱۳}}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۳}} = ۳ \in \mathbb{N} \end{cases} \Rightarrow q_B = -۴٫۸ \times ۱۰^{-۱۳} \mu C$$

۷ جسمی دارای بار الکتریکی منفی است. اگر تعداد ۸×۱۰^{۱۲} الکترون به آن بدهیم، بار الکتریکی آن ۳ برابر بار اولیه می‌شود، بار اولیهٔ جسم چند نانو کولن است؟$(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

(۱) $-۴٫۲۷$ (۲) $-۶٫۴$ (۳) -۶۴۰ (۴) -۴۲۷

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱

$$q_۲ = q_۱ + (۸ \times ۱۰^{۱۲})(-۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C) = ۳q_۱$$

$$۲q_۱ = -۱۲٫۸ \times ۱۰^{-۷} C \rightarrow q_۱ = -۶٫۴ \times ۱۰^{-۷} C = -۶۴۰ \times ۱۰^{-۹} \rightarrow \boxed{q_۱ = -۶۴۰ nC}$$

۸ دو کره فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +۱۲\mu C$ و $q_۲ = -۴\mu C$ روی دو پایهٔ عایق نصب شده‌اند. هرگاه این دو کره را با یکدیگر تماس داده و سپس از هم جدا سازیم، بار الکتریکی هر کره چند میکروکولن می‌شود؟

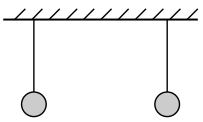
۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۱۶ ۴) ۱۲

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱

چون کره ها مشابه هستند، مجموع جبری بارها به‌طور مساوی بین دو کره تقسیم می‌شود.

$$q'_1 = q'_۲ = \frac{q_1 + q_۲}{۲} = \frac{(+۱۲) + (-۴)}{۲} = +۴\mu C$$

۹ در شکل زیر، دو کرهٔ کاملاً مشابه و بدون بار از جنس سرب و مس در کنار هم قرار گرفته‌اند. اگر این دو کره با دو پارچهٔ بدون بار از جنس کتان مالش داده شوند و باردار شوند، کدام گزینه رخ می‌دهد؟



جدول سری الکتریسیتهٔ مالش (تریبوالکتریک)

انتهای مثبت سری
سرب
پارچهٔ کتان
مس
انتهای منفی سری

۱) دو کره یکدیگر را جذب می‌کنند و به‌هم می‌چسبند.

۲) دو کره یکدیگر را دفع می‌کنند.

۳) دو کره ابتدا به‌هم نزدیک شده و در صورتی که تماس حاصل شود از هم دور می‌شوند و الزاماً در همان فاصلهٔ قبلی از هم قرار می‌گیرند.

۴) دو کره ابتدا به‌هم نزدیک شده و در صورتی که تماس حاصل شود از هم دور می‌شوند و ممکن است در همان فاصلهٔ قبلی از هم قرار گیرند و یا در فاصلهٔ بیشتری نسبت به قبل از هم قرار گیرند.

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ باتوجه به جدول تریبوالکتریک گلولهٔ سربی بار مثبت و گلولهٔ مسی بار منفی می‌گیرد. بنابراین این دو گوی یکدیگر را جذب می‌کنند. اگر نیروی کولنی آنقدر قوی باشد که گوی‌ها را به هم تماس دهد، بین دو گلوله بار جابه‌جا شده و بارهای یکدیگر را خنثی می‌کنند و در نهایت دو گلوله دارای بارهای یکسان می‌شوند. اگر مقدار بار اولیهٔ گلوله‌ها یکسان باشد بار نهایی آن‌ها صفر شده و در حالت تعادل قرار خواهند گرفت (در همان فاصلهٔ قبلی) و اگر بارهای اولیّهٔ گلوله‌ها یکسان نباشد پس از اتصال هر دو بار هم‌نوع خواهند گرفت، لذا از هم دور می‌شوند و در فاصله‌ای بیشتر از حالت اوّل قرار می‌گیرند.

۱۰ بر اثر مالش دو جسم نارسانای خنثی به یکدیگر، بار یکی از آن‌ها $+۳۲nC$ و بار دیگری $-۳۲nC$ می‌شود. چه تعداد الکترون در این فرایند بین دو جسم جابه‌جا شده است؟ $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

۱) ۴×۱۰^{۱۱} ۲) ۴×۱۰^{۱۴} ۳) ۲×۱۰^{۱۱} ۴) ۲×۱۰^{۱۴}

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ $۳۲nC$ بار منفی از یک جسم به جسم دیگر منتقل شده بنابراین بار جسمی که $۳۲nC$ بار منفی از دست داده $+۳۲nC$ و بار جسمی که $۳۲nC$ بار منفی گرفته، $-۳۲nC$ شده است:

$$q = ne \rightarrow ۳۲ \times ۱۰^{-۹} = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow n = ۲ \times ۱۰^{۱۱}$$