ساختار اتم

در یک مدل ساده، اتم از دو قسمت تشکیل شده است. اول هستهٔ اتم که فضای بسیارکوچکی از اتم را در مرکز آن اشغال کرده و از پروتون و نوترون تشکیل شده است. دوم الکترون‌هایی که در اطراف هسته و در فاصلهٔ نسبتاً دوری از هسته به دور آن می‌چرخند. به الکترون بار الکتریکی منفی و به پروتون بار الکتریکی مثبت نسبت داده شده است. نوترون بار الکتریکی ندارد.

سوال: چرا اتم‌ها از نظر الکتریکی خنثی هستند؟ در حالت عادی تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ اتم برابر با تعداد الکترون‌های آن اتم است. در نتیجه از نظر الکتریکی خنثی است.

نکته: اگر به هر دلیلی، تعادل میان الکترون‌ها و پروتون‌های یک جسم را به هم بزنیم یعنی جسمی الکترون اضافی بگیرد و یا از دست دهد، جسم دارای بار الکتریکی می‌شود.

بار الکتریکی و ویژگی‌های آن:

یکای بار الکتریکی کولن (C) نام دارد. اندازه بار الکترون و پروتون با هم برابر است و برابر است با $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ به این مقدار بار، بار پایه گفته می‌شود.

نکته: بار الکتریکی مشاهده شده در یک جسم، همواره مضرب درستی از بار پایه (بنیادی) e، می‌باشد و برابر است با:

$$q = \pm ne \quad , n = ۰, ۱, ۲, ۳, \dots$$

به این اصل ذکرشده، کوانتیده بودن بار گفته می‌شود.

نکته: بار الکتریکی پایسته است. یعنی بار الکتریکی می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود. ولی از بین نمی‌رود و مجموع جبری همهٔ بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است.

نکته: بار الکتریکی کمیتی نرده‌ای است.

نکته: بارهای هم‌نام یکدیگر را دفع و بارهای ناهم‌نام یکدیگر را جذب می‌کنند.

مثال ۱) بار الکتریکی یک جسم باردار کدام یک از مقادیر زیر نمی‌تواند باشد؟

۱) $۶/۴ \times ۱۰^{-۱۹} C$ ۲) $۸ \times ۱۰^{-۱۷} C$ ۳) $۷/۲ \times ۱۰^{-۱۸} C$ ۴) $۳/۲ \times ۱۰^{-۲۰} C$

Scanned with CamScanner

مثال ۲) اتم ($_{۲}^{۴}He$) در حالت عادی دارای دو پروتون در هسته و دو الکترون در اطراف هسته می‌باشد.

الف) بار الکتریکی هسته اتم چند کولن است؟

ب) بار الکتریکی کل اتم چند کولن است؟

مثال ۳) بار جسمی ۸+ میکروکولن است. چند الکترون به آن بدهیم تا بار الکتریکی آن ۸- میکروکولن شود؟

مثال ۴) عدد اتمی آهن ۲۶ است:

الف) بار الکتریکی هستهٔ اتم آهن چقدر است؟

ب) اتم آهن چه مقدار بار الکتریکی منفی دارد؟

پ) بار الکتریکی اتم آهن چقدر است؟

مثال ۵) الف) بار الکتریکی هسته اتم نیتروژن چند کولن است؟ عدد اتمی نیتروژن ۷ است.

ب) بار الکتریکی اتم نیتروژن یک بار یونیده (N^{+}) چند کولن است؟

مثال ۶) از بور با عدد اتمی ۵، یک الکترون گرفته می‌شود. الف) بار هسته، ب) بار الکتریکی اتم بور (یون بور) را در این حالت محاسبه کنید.

تست ۱) به یک جسم رسانای باردار $۱۰^{۱۰}$ الکترون می‌دهیم در نتیجه بار نهایی آن قرینه بار اولیه آن خواهد شد. بار اولیه جسم چند نانوکولن بوده است؟ ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$)

۱) -۰/۸ ۲) ۰/۸ ۳) -۱/۶ ۴) ۱/۶

تست ۲) اندازه بار هسته اتم فرضی($_{۸}^{۱۸}X$) چندبرابر اندازه بارالکترون‌های اتم یک بار یونیده کربن $^{+}(_{۶}^{۱۲}C)$است؟

۱) $\frac{۸}{۵}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۸}{۷}$ ۴) ۲

Scanned with CamScanner

دسته‌بندی اجسام از نظر الکتریکی

با توجه به چگونگی انتقال بار در اجسام، آنها را به چهار دسته زیر، طبقه‌بندی می‌کنند.

۱ـ اجسام رسانا:

الکترون‌هایی در اجسام رسانا وجود دارند که می‌توانند آزادانه در جسم رسانا جابجا شوند و به هستهٔ اتم خود مقید نیستند. به این الکترون‌ها، الکترون آزاد گفته می‌شود.

اجسام رسانا دارای تعداد زیادی الکترون آزاد هستند و اگر به جسم رسانا، بار بدهیم، بار الکتریکی در محل داده شده به جسم باقی نمی‌ماند و سریعاً در جسم پخش می‌شود. اجسامی نظیر مس، طلا، نقره، آهن (فلزات)

۲ـ اجسام نارسانا:

در این اجسام، اکثر الکترون‌ها مقید به هستهٔ اتم خود هستند و نمی‌توانند آزادانه در جسم جابجا شوند. بنابراین اگر به آنها بار داده شود، بار، در همان محل باقی می‌ماند. مانند چوب، پلاستیک.

۳ـ نیمه‌رسانا:

اجسام نیمه‌رسانا، اجسامی هستند که رسانایی این اجسام، از نارساناها بیشتر و از رساناها، کمتر است. روش‌هایی وجود دارند که می‌توان رسانایی این اجسام را افزایش داد.

به عنصرهای خانوادهٔ کربن نیمه‌رسانا گفته می‌شود. ویژگی اصلی نیمه‌رسانا، این است که در دمای پایین مانند نارسانا عمل می‌کند و در دمای بالا مشابه به رساناها. (سلسیوم و ژرمانیوم)

۴ـ ابررسانا:

به اجسامی که هیچ مقاومتی در برابر عبور جریان ندارند، ابررسانا گفته می‌شود. این پدیده در دماهای بسیار پایین برای برخی از مواد رخ می‌دهد. برای طیف وسیعی از مواد مانند قلع و آلومینیوم این پدیده رخ می‌دهد.

سوال ۱) چرا آزمایش‌های الکتریسیته ساکن در مکان‌هایی که میزان رطوبت بالاست، به خوبی انجام نمی‌شود؟

Scanned with CamScanner

روش‌های باردار کردن اجسام

اگر به هر روشی، تعادل بار الکتریکی اجسام به هم زده شود، اصطلاحاً جسم باردار شده است. سه روش برای باردار کردن اجسام وجود دارد:

۱ـ روش مالش:

این روش مخصوص اجسام نارسانا است. هنگامی که دو جسم نارسانا را به یکدیگر مالش دهیم، به علت اصطکاک و گرمای تولیدشده الکترون‌های جسمی که سست‌تر هستند (انرژی یونیزاسیون کمتر دارند) از اتم‌های خود کنده شده و بر روی جسم دیگر منتقل می‌شوند. در این حالت جسمی که الکترون از دست داده، دارای بار مثبت شده و در جسمی که الکترون گرفته، به همان مقدار، بار منفی به وجود می‌آید.

عملاً یکی از جسم‌ها الکترون از دست می‌دهد و دیگری الکترون می‌گیرد. بنابراین بار خالص جسم اول، مثبت و بار خالص جسم دوم منفی خواهد شد.

مثلا اگر پارچه پشمی و میله پلاستیکی را به یکدیگر مالش دهیم. میله پلاستیکی الکترون می‌گیرد و دارای بار منفی می‌شود و پارچه پشمی الکترون از دست می‌دهد و دارای بار مثبت می‌شود. و اگر پارچه ابریشمی و میله شیشه‌ای را به یکدیگر مالش دهیم، میله شیشه‌ای دارای بار مثبت شده و پارچه ابریشمی دارای بار منفی می‌شود.

سوال ۲) تیغه شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش دهید و به خرده‌های کاغذ نزدیک کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟

سوال ۳) موهای تمیز و خشک خود را با یک شانه‌ی پلاستیکی تمیز و خشک شانه کنید. چرا موهای شما به سوی شانه کشیده می‌شود؟

سوال ۴) معمولا پاک کردن شیشه یا عینک با دستمال کاغذی دشوار است. زیرا پرزهای دستمال به شیشه می‌چسبد. علت این پدیده را توضیح دهید.

Scanned with CamScanner

سوال ۵) شیر آب سرد را کمی باز کنید تا باریکه‌ای از آب تشکیل شود. با یک شانه پلاستیکی چند بار موهای خشک و تمیز خود را شانه بزنید. شانه را به باریکه‌ی آب نزدیک کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟

سوال ۶) اگر میله مسی را دردست گرفته و آن را با پارچه‌ای مالش دهیم آیا میله باردارمی‌شود؟ (توضیح دهید)

سوال ۷) چرا در بعضی مواد مانند پلاستیک یا نایلون، بهتر از سایر مواد می‌توان بار الکتریکی تولید کرد؟

سوال ۸) الف) آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد دو بار الکتریکی هم‌نام یکدیگر را دفع می‌کنند.

ب) آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد دو بار الکتریکی ناهم‌نام یکدیگر را جذب می‌کنند.

۲ـ روش تماس:

اگر یک جسم باردار رابه یک جسم خنثی(رسانا یا نارسانا) تماس‌دهیم، جسم باردار، بارالکتریکی خودرا به جسم خنثی می‌دهد و جسم خنثی را باردار می‌کند (بار هم‌نام) به این روش باردار کردن، روش تماس گفته می‌شود.

نکته: اگر جسم خنثی، رسانا باشد، بار گرفته شده در سطح خارجی آن پخش می‌شود ولی اگر جسم خنثی، نارسانا باشد، بار گرفته شده در محل باقی می‌ماند.

نکته: اگر دو کره فلزی و هم‌اندازه دارای بار q_1 و q_2 باشند، پس از تماس، بار کره‌ها با یکدیگر برابر می‌شود و مقدار آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

q_1 و q_2 با علامت قرار داده می‌شوند. $q' = \frac{q_1+q_2}{2}$

نکته: در صورتی که کره‌ها هم‌اندازه نباشند، بار به نسبت شعاع کره‌ها تقسیم می‌شود و مقدار بار هر کره طبق اصل پایستگی بار برابر است با:

q'_1 و q'_2 بار جدید کره اول و کره دوم $q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$

R_1 شعاع کره اول و R_2 شعاع کره دوم $\frac{q'_1}{q'_2} = \frac{R_1}{R_2}$

$$q'_1 = \frac{q_1 + q_2}{R_1 + R_2} \times R_2 \quad , \quad q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{R_1 + R_2} \times R_1$$

Scanned with CamScanner

مثال ۷) دو کره‌ی رسانا دارای بارهای $q_1 = -4\ \mu c$ و $q_2 = +16\ \mu c$ می‌باشند. اگر دو کره را با هم تماس داده و جدا کنیم در هر یک از حالات زیر بار نهایی هر کره چند میکروکولن می‌شود؟

الف) کره‌ها هم‌اندازه باشند.

ب) شعاع کره‌ی (۱) دو برابر شعاع کره‌ی (۲) باشد.

پ) در حالت (الف) چه مقدار بار جابجا شده است؟

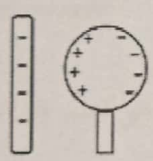
۳ـ روش القا:

به روشی که در آن، جسم رسانا را بدون تماس با جسم باردار، باردار می‌کنیم، روش القای بار الکتریکی گفته می‌شود. این روش در رسانا بسیار بهتر و در نارسانا به سختی انجام می‌شود.

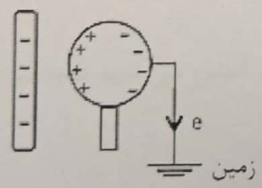
نکته: در این روش، بار ناهم‌نام به جسم خنثی منتقل می‌شود.

الف) القا در یک کره

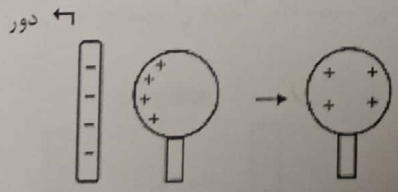
مرحله‌ی اول: میله پلاستیکی باردار شده را به کره‌ی رسانا نزدیک می‌کنیم.



مرحله‌ی دوم: کره را به‌وسیله‌ی یک سیم به زمین وصل می‌کنیم تا ازطریق سیم الکترون‌ها به زمین فرار کنند.



مرحله‌ی سوم: بدون دور کردن میله باردار اتصال به زمین را قطع کرده و بعد میله را دور می‌کنیم.

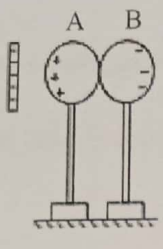


کره دارای بار مثبت می‌شود.

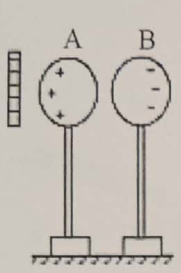
نکته: در صورتی که از میله باردار مثبت استفاده شود، کره دارای بار منفی می‌شود.

Scanned with CamScanner

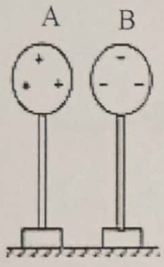
ب) القا بین دو کره



دو کره را به هم تماس داده و یک میله‌ی باردار (مثلا بار منفی) به یکی از آنها نزدیک می‌کنیم. در این صورت بارهای الکتریکی در دو کره مانند شکل زیر قرار می‌گیرند.



حال، بدون دور کردن میله، کره‌ی B را از A جدا می‌کنیم:

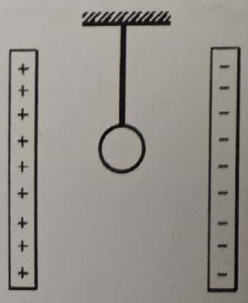


حال اگر میله را از کره‌ی A دور کنیم دیگر بارهای منفی قادر به برگشتن به کره‌ی A نیستند. به این ترتیب، کره‌ی A دارای بار مثبت و کره‌ی B دارای بار منفی می‌شود.

سوال ۹) گلوله‌ی فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره‌ی فلزی خنثی را به گلوله نزدیک می‌کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟

سوال ۱۰) گلوله‌ی سبک و رسانایی از نخ عایقی آویزان است. ابتدا آن را با دست لمس می‌کنیم بعد میله‌ای با بار منفی به آن نزدیک می‌کنیم. چه اتفاقی روی می‌دهد؟

سوال ۱۱) مطابق شکل گلوله‌ای سبک و رسانای خنثی را از نخ آویزان می‌کنیم. اگر گلوله را یک بار به یکی از صفحات تماس داده و رها کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟



Scanned with CamScanner