فصل اول

طبیعت مواد

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند :

۱ــ تاریخچه‌ی مواد را توضیح دهد.

۲ــ انواع عناصر را توضیح دهد.

۳ــ مواد مرکب و مخلوط و تفاوت آن‌ها را شرح دهد.

۴ــ اتصالات بین اتم‌ها را شرح دهد.

۵ــ مولکول‌های غیرقطبی و قطبی را تعریف کند.

۶ــ حالات فیزیکی مواد را شرح دهد.

۷ــ تغییر حالات ماده و دگرگونی‌های ناشی از آن را توضیح دهد.

۸ــ خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی مواد و تقسیم‌بندی آن‌ها را براساس این خصوصیات تشریح کند.

بسیاری از خواص مواد بستگی زیادی به ساختار اتمی و طرز قرارگرفتن اتم‌ها و نوع پیوند بین آن‌ها دارد. از این‌رو ابتدا پس از بیان تاریخچه‌ی مواد و تقسیم‌بندی آن، ساختار اتمی و نوع پیوندهای موجود بین اتم‌ها را به‌طور خلاصه یادآوری می‌کنیم و سپس به شناخت اصول و قوانین فیزیکی و فرآیندهایی که براساس آن‌ها بتوان به رفتار یا خواص مواد پی‌برد می‌پردازیم.

۱ــ۱ــ تاریخچه‌ی مواد

در سال‌های گذشته با مفهوم خاصیّت ذرّه‌ای ماده آشنا شدید. نظریه‌ی مربوط به ساختمان ذرّه‌ای ماده حدود ۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح توسط دموکریت فیلسوف یونانی ارائه شد. دموکریت معتقد بود که مواد از ذراتی فوق‌العاده ریز و غیرقابل تجزیه تشکیل یافته‌اند. وی این ذرات را اتم نامید. اتم از لغت یونانی Atomes به معنی غیرقابل تجزیه گرفته شده است. قرن‌ها بعد، جان دالتون دانشمند انگلیسی، در سال ۱۸۰۸ میلادی، با استفاده از نظرات قدیمی دموکریت و تحقیقات سایر

دانشمندان، که کم‌وبیش به خاصیت ذره‌ای ماده معتقد بودند، با روش علمی و استدلالی نظریه‌ی اتمی خود را برای توجیه و تفسیر واقعیت ماده بیان کرد.

۱ــ۱ــ۱ــ نظریه‌ی دالتون و کاستی‌های آن: خلاصه‌ی نظریّه‌ی اتمی دالتون به شرح زیر بود :

الف ــ عناصر از ذرّات بسیار ریزی به نام اتم تشکیل شده‌اند.

ب ــ اتم‌ها غیرقابل تجزیه‌اند و از بین نمی‌روند.

پ ــ اتم‌های هر عنصر یکسان بوده و وزن یکسان دارند.

ت ــ اتم‌های عناصر گوناگون وزن‌های متفاوت دارند.

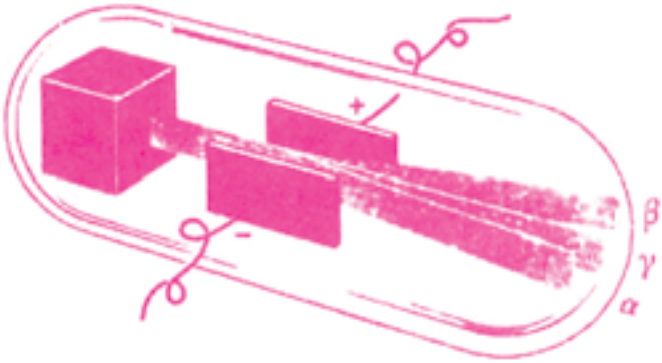
ث ــ در تشکیل مواد مرکب، اتم‌های عناصر با یکدیگر ترکیب می‌شوند و ذرات مرکّب را پدید می‌آورند.

نظریه‌ی دالتون از آن‌جا که می‌توانست پاسخ‌گوی بسیاری از مسائل علمی آن زمان نظیر ذوب‌شدن، تبخیر مواد و یا ترکیب فلز و غیرفلز به نسبت وزنی باشد مورد قبول واقع شد. اما با مرور زمان که دانستنی‌های دانشمندان درباره‌ی خواص مواد و رفتار آن‌ها افزایش یافت این نظریّه دیگر نتوانست در پاسخ‌دادن به سؤالات جدید سودمند باشد و اعتبار خود را از دست داد.

۲ــ۱ــ۱ــ کشف رادیواکتیو: مدت‌ها گذشت تا این که هانری بکرل، دانشمند فرانسوی، در سال ۱۸۹۶ ضمن آزمایش‌هایی که روی سنگ اورانیوم انجام می‌داد به پدیده‌ی رادیواکتیویته در مواد پی‌برد. پس از بکرل آزمایش‌ها و کارهای مادام کوری و شوهرش پی‌یرکوری به کشف چند عنصر رادیواکتیو از جمله رادیم منجر شد.

۳ــ۱ــ۱ــ آزمایش‌های رادرفورد:

آزمایش اول رادرفورد (تعیین اجزای اشعه‌ی رادیواکتیو): رادرفورد دانشمند انگلیسی ضمن انجام آزمایش‌های زیاد به این نتیجه رسید که اشعه‌ی رادیواکتیو طبیعی از سه جزء تشکیل شده است. جزیی که ــ در لوله‌ی کاتدی ــ به سمت قطب منفی منحرف می‌شود دارای بار الکتریکی مثبت



شکل ۱ــ۱ــ آزمایش اول رادرفورد (تعیین اجزای اشعه‌ی رادیواکتیو)

است و اشعه‌ی آلفا (α) نام دارد. جزیی که به سمت قطب مثبت منحرف می‌شود، دارای بار الکتریکی منفی است و اشعه‌ی بتا (β) نام دارد و جزیی که در میدان الکتریکی منحرف نمی‌شود اشعه‌ی گاما (γ) نامیده می‌شود. شکل ۱ــ۱ این آزمایش را نشان می‌دهد.

آزمایش دوم رادرفورد (تعیین بارهای مثبت و منفی اتم): رادرفورد برای تعیین بارهای مثبت و منفی اتم آزمایش دیگری نیز انجام داد و دریافت الکترون‌ها که دارای بار منفی هستند، اطراف هسته را فراگرفته‌اند و با آن‌که بیشتر حجم اتم فضای خالی است الکترون‌ها به علت سرعت حرکت فوق‌العاده‌ای که دارند تمامی فضای خالی اطراف هسته را اشغال می‌کنند. برای تجسم این مطلب همان‌گونه که در شکل ۲ــ۱ نشان داده شده است می‌توان وضع الکترون‌ها را به وضعی که ملخ هواپیما در موقع چرخیدن دارد تشبیه کرد.

شکل ۲ــ۱ــ آزمایش دوم رادرفورد

اگرچه فضایی که ملخ هواپیما به هنگام چرخیدن اشغال می‌کند فضای کمی است، ولی چون به هر حال، در هر لحظه جزیی از فضا را اشغال می‌کند، با گردش سریع خود عملاً تمامی این فضا را پر می‌کند به‌طوری که کسی جرأت نمی‌کند، برای مثال، انگشت خود را در این فضای خالی فرو برد.

باید دانست که چون اتم از لحاظ بار الکتریکی خنثی است بنابراین در مقابل الکترون‌های منفی در اطراف هسته ذراتی با بار مثبت در هسته وجود دارند که آن‌ها را پروتون گویند.

۴ــ۱ــ۱ــ تعریف عدد اتمی: مُزلی دانشمند انگلیسی در سال ۱۹۱۴ میلادی توانست عدّه‌ی بارهای مثبت را در هسته‌ی اتم‌های گوناگون معین کند.

تعداد بارهای مثبت که همان تعداد پروتون‌ها است عدد اتمی نامیده می‌شود. هر عنصری دارای یک عدد اتمی مخصوص به خود است که با موقعیت آن در جدول تناوبی مطابقت دارد. مثلاً اکسیژن که در هشتمین خانه‌ی جدول تناوبی قرارگرفته است در هسته‌ی خود ۸ پروتون دارد. حال، چون هر اتم از نظر بارالکتریکی خنثی است و از طرف دیگر مقدار بارالکتریکی یک الکترون با بارالکتریکی پروتون مساوی است پس باید تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های یک عنصر با هم برابر باشند. در مورد اکسیژن باید ۸ الکترون در اطراف هسته وجود داشته باشد. همان‌طور که دیدید اتم اکسیژن دارای ۸ پروتون در هسته‌ی خود می‌باشد ولی جرم اتمی آن ۱۶ است از آن‌جا که الکترون‌ها جرم بسیار کمی دارند این اختلاف جرم نمی‌تواند به علت وجود الکترون‌ها باشد. بلکه به علت جزء دیگری به نام نوترون می‌باشد.

۵ــ۱ــ۱ــ تعریف نوترون: دانشمندان به وجود یک ذره‌ی خنثی در هسته پی‌بردند. البته کشف و تحقیق درباره‌ی این ذرّه، به علت آن‌که برخلاف پروتون و الکترون بارالکتریکی ندارد، مشکل بود. چادویک دانشمند انگلیسی کسی است که در سال ۱۹۳۲ میلادی توانست به وجود این ذرّه در اتم پی‌ببرد. این ذرّات به علت خنثی بودن، نوترون نام گرفتند.

۶ــ۱ــ۱ــ تعریف عدد جرمی: مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته‌ی یک اتم را عدد جرمی آن می‌نامند. اگر تعداد نوترون‌ها را به N و تعداد پروتون‌ها را به Z و عدد جرمی را به A نمایش دهیم رابطه‌ی $N = A - Z$ بین آن‌ها بر قرار است.

۲ــ۱ــ انواع عناصر و تعریف آن

هر ماده که در اثر تجزیه قابل تبدیل به مواد ساده‌تری نباشد، عنصر نامیده می‌شود. تاکنون بشر توانسته است ۹۲ عنصر را در طبیعت شناسایی کند و ۱۲ عنصر دیگر را نیز به طور مصنوعی تهیه نماید.

۱ــ۲ــ۱ــ اولین طبقه‌بندی عناصر: از سال ۱۶۶۰ میلادی که بویل مفهوم عنصر را معرفی کرد به‌تدریج تعداد زیادی از عناصر جدید کشف شد که تعداد آن‌ها تا سال ۱۸۶۴ میلادی به ۶۳ عنصر رسید و دانشمندان در پی‌طبقه‌بندی آن‌ها برآمدند. اولین طبقه‌بندی عناصر را لاوازیه در سال ۱۷۸۹ انجام داد. او اغلب عناصر زمان خود را براساس شباهت‌ها و تفاوت‌های خاص به دو دسته‌ی فلز و غیرفلز تقسیم کرد. این شباهت در یک دسته که خود موجب تفاوت آن از دسته‌ی دیگر می‌شد عبارت بود از :

الف ــ جرم حجمی

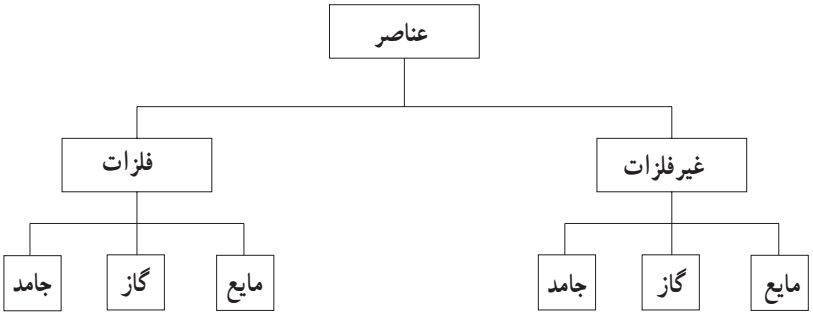
ب ــ شکنندگی

پ ــ هدایت گرمایی

ت ــ هدایت الکتریکی

ث ــ جلاپذیری

در نمودار ۳ــ۱ طبقه‌بندی عناصر را مشاهده می‌کنید.



نمودار ۳ــ۱ــ طبقه‌بندی عناصر

تقسیم‌بندی عناصر به فلز و غیرفلز و سپس بررسی رفتار آن‌ها براساس خواص فلزی و غیرفلزی، آغاز کار و نشانه‌ای از وجود نوعی روابط و دسته‌بندی‌ها در عناصر بود ولی هرگز طرحی روشن و پاسخی قانع‌کننده برای پرسش‌های گوناگون به شمار نمی‌رفت. مرحله‌ی بعد ادامه‌ی طبقه‌بندی و پیدایش گروه‌های کوچک‌تری بود که شباهت میان خواص آن‌ها بیشتر است ؛ زیرا با شناخت خواص کلی یک خانواده از عناصر نزدیک به یکدیگر می‌توان به آسانی درباره‌ی خواص تک تک آن‌ها پیشگویی کرد و بدین‌سان نیازی به حفظ کردن و به خاطر سپردن انبوهی از اطلاعات راجع به خواص و واقعیت‌های گوناگون عناصر نمی‌باشد.

۲ــ۲ ــ۱ــ جدول مندلیف: در سال ۱۸۶۹ میلادی طرحی برای طبقه‌بندی عناصر، توسط یک دانشمند روسی به نام دیمیتری مندلیف، پیشنهاد شد که هنوز هم از آن طرح استفاده می‌شود. این دانشمند عناصر شناخته شده‌ی زمان خود را که در حدود ۶۰ عنصر بود بر حسب افزایش جرم اتمی، طوری کنار یکدیگر قرار داد که عناصر مشابه در یک خانواده قرار گیرند ؛ بدین طریق براساس طرح مندلیف، گروه‌های عناصر زیر شناسایی شدند.

الف ــ گروه فلزهای قلیایی: معروف‌ترین عناصراین گروه لیتیم(Li)، سدیم(Na) وپتاسیم(K) است. همگی بسیار فعال بوده و میل زیادی به ترکیب با اکسیژن و رطوبت هوا دارند، از این‌رو در آزمایشگاه‌ها آن‌ها را در داخل نفت نگه می‌دارند. ترکیبات سدیم و پتاسیم در سلول‌های موجودات زنده وجود دارد.

ب ــ گروه فلزهای قلیایی خاکی: معروف‌ترین عناصر این گروه منیزیم (Mg)، کلسیم (Ca) و باریم (Ba) است. خواص این فلزها نیز تا حدودی نزدیک به هم می‌باشند و میل زیادی به ترکیب با اکسیژن هوا و آب دارند ولی شدت آن به اندازه‌ای نیست که ناگزیر به نگهداری آن‌ها در زیر نفت باشیم.

پ ــ گروه هالوژن‌ها: این گروه از مشخص‌ترین عناصر غیرفلزی است. از عناصر این گروه فلوئور (F)، کلر (Cl)، برم (Br) و ید (I) معروفیت زیادی دارند. انتخاب نام هالوژن نیز برای آن‌ها به علت تشکیل این‌گونه نمک‌هاست (هالوژن یعنی نمک‌زا). هالوژن‌ها همگی رنگی هستند و به صورت مولکول‌های دو اتمی F_2 ، Cl_2 ، Br_2 و I_2 وجود دارند همچنین بسیار فعال می‌باشند و به شدّت با فلزها و اغلب غیرفلزها ترکیب می‌شوند.

ت ــ گروه گازهای بی‌اثر: تا اواخر قرن نوزدهم، شیمی‌دان‌ها بر این عقیده بودند که گازهای تشکیل‌دهنده‌ی هوا را به خوبی شناخته‌اند، تا این‌که در سال ۱۸۹۴ به وجود آثاری از گازهای دیگر در نیتروژن حامل از هوا پی بردند. چون این گازها هیچ‌گونه فعالیت شیمیایی از خود نشان نمی‌دادند

آن‌ها را گازهای بی‌اثر نامیدند. این گازها عبارت‌اند از هلیم (He)، نئون (Ne)، آرگون (Ar)، گزنون (Xe) و کریپتون (Kr).

براساس آنچه گفته شد جدول تناوبی کنونی نیز از عناصر مختلف با نظام‌ها و مشخصات زیر تشکیل یافته است :

ـ فلزها در سمت چپ و غیرفلزها در سمت راست قرار گرفته‌اند.

ـ اکسید عناصر سمت چپ در هنگامی که با آب واکنش دهند تولید باز و اکسید عناصر سمت راست تولید اسید می‌کنند.

ـ خواص فلزی در عناصر ستون اول بسیار شدید است ولی در ستون‌های بعدی به‌تدریج ضعیف می‌شود.

ـ مولکول‌های عناصر ستون هفتم دو اتمی و مولکول‌های عناصر گروه هشتم یک اتمی است.

۳ـ۲ـ۱ـ جدول تناوبی عناصر: هرگاه عناصر را برحسب افزایش عدداتمی کنار یکدیگر قرار دهیم، خواص آن‌ها به صورت تناوبی تکرار می‌شود.

با تنظیم عناصر بر مبنای افزایش عدد اتمی، نقایص و ایرادهایی که بر جدول مندلیف گرفته می‌شد برطرف گردید. برای مثال علت جلوافتادن تلوریم از ید چنین توجیه می‌گردد که عدد اتمی تلوریم از ید کمتر است، هر چند که جرم اتمی آن بیشتر می‌باشد.

مهم‌ترین امتیازی که جدول تناوبی دارد نقش آن در پیش‌گویی خواص عناصر و ترکیب‌های آن‌هاست. هرگاه خواهان اطلاعاتی درباره‌ی یک عنصر یا ترکیب‌های آن باشیم با دانستن عدد اتمی، و یا موقعیت آن در جدول، به بسیاری از اطلاعات موردنظر خود می‌رسیم. از این‌رو عناصر را به گروه‌های زیر تقسیم کردند.

الف ـ گروه فلزات قلیایی (IA): این عناصر خواص فلزی قوی و فعالیت شیمیایی زیادی دارند و اکسید فلزی به فرمول عمومی M_2O پدید می‌آورند که با آب واکنش‌داده و تولید باز یا قلیا می‌کند. همچنین هنگامی که این فلزات با آب واکنش دهند طبق رابطه‌ی $M + H_2O \rightarrow M(OH) + \frac{1}{2}H_2 \uparrow$ گاز هیدروژن آزاد می‌کنند.

ب ـ گروه فلزات قلیایی خاکی (IIA): این گروه عناصر دومین ستون سمت چپ جدول را اشغال می‌کنند. فرمول عمومی اکسید آن‌ها MO است. از واکنش کامل یک مول فلز قلیایی خاکی با آب، طبق واکنش زیر، یک مول گاز هیدروژن آزاد می‌شود. $M + 2H_2O \rightarrow M(OH)_2 + H_2 \uparrow$

پ ـ گروه فلزات آمفوتر (IIIA): این خانواده ستون سوم را در نیمه‌ی راست جدول اشغال می‌کنند. معروف‌ترین عنصر این گروه آلومینیم است که شما کم و بیش با خواص آن آشنا

هستید. از لحاظ خواص شیمیایی می‌توان گفت که این عنصر سه ظرفیتی، یعنی تقریباً در نیمه راه میان فلزها و غیرفلزها، است. از این‌رو اکسید آن‌ها (مثلاً Al_2O_3) وضعیت مشخصی در تولید اسید و باز در هنگام واکنش با آب ندارد. در بعضی موارد خاصیت اسیدی دارد و بازها را خنثی می‌کند و در بعضی موارد خاصیت بازی دارد و اسیدها را خنثی می‌کند. هر اکسیدی که در شرایط معین خواص اسیدی و در شرایط دیگر خواص بازی از خود نشان دهد آمفوتر (Amphoter) نامیده می‌شود.

ت ــ گروه چهارم (IVA): در رأس این گروه عنصر کربن با خواص مشخص غیرفلزی قرار دارد. در پایین جدول نیز عناصر فلزی قلع و سرب قرارگرفته‌اند. این فلزات نیز مانند آلومینیوم خاصیت آمفوتر دارند.

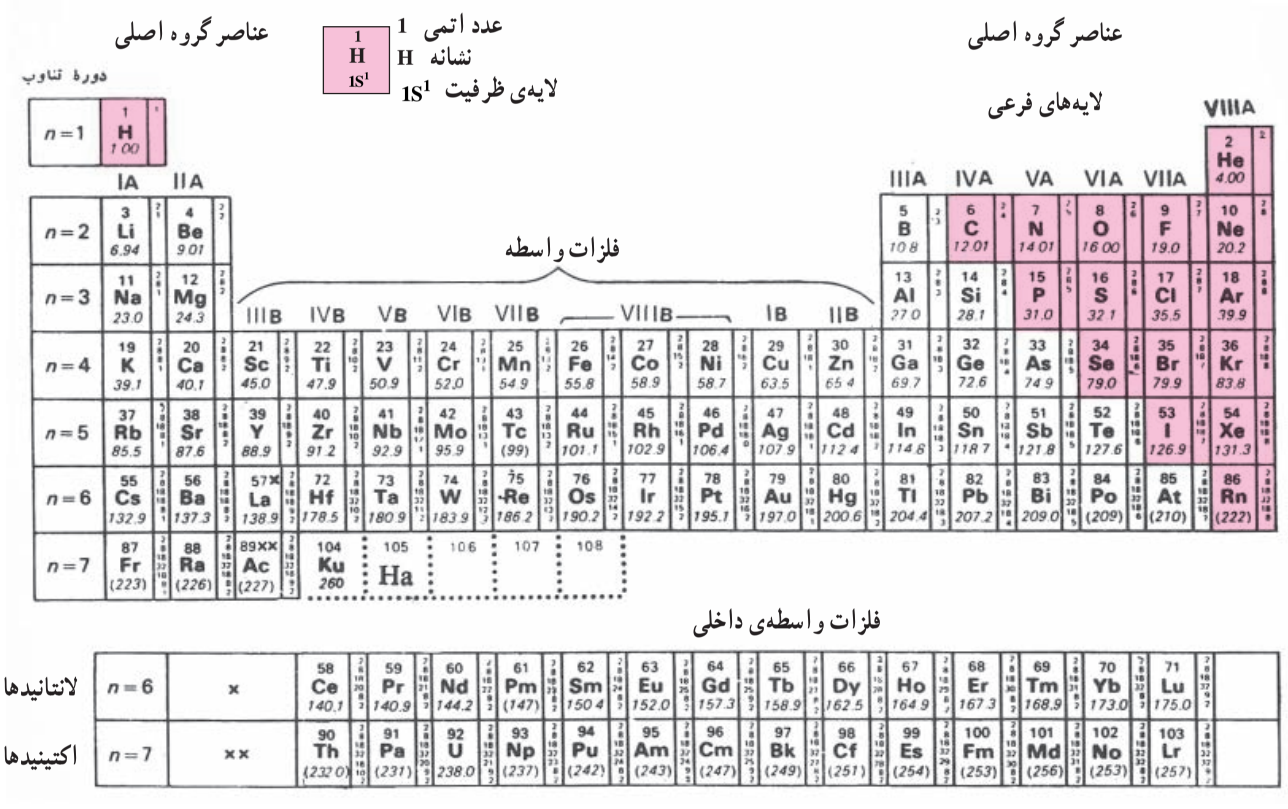
ث ــ گروه پنجم (VA): در بالای این خانواده دو عنصر غیرفلزی معروفی چون نیتروژن و فسفر قرار دارند. همان‌طور که می‌دانید اکسیدهای مختلف این دو عنصر، مانند اکسید فسفر P_2O_5 و اکسید نیتروژن N_2O_5 ، خواص اسیدی قوی دارند.

ج ــ گروه ششم (VIA): در بالای این خانواده دو عنصر معروف اکسیژن و گوگرد قرار دارند که با هیدروژن، به ترتیب، H_2O و H_2S پدید می‌آورند، که اولی (آب) منبع حیات و زندگی است و دومی (H_2S) گازی است سمی و بدبو. این گاز که سولفید هیدروژن نام دارد از فساد مواد آلی گوگرددار به‌وجود می‌آید و باعث مرگ و میرهای فراوان می‌شود.

چ ــ گروه هفتم یا خانواده‌ی هالوژن‌ها (VIIA): عناصر این گروه بیش از سایر عناصر خواص غیرفلزی از خود نشان می‌دهند. دو عنصر بالای گروه (Cl و F) گازی شکل هستند که به تدریج مایع (Br) می‌شوند و در نهایت به صورت جامد (I) در می‌آیند.

ح ــ گروه هشتم یا خانواده‌ی گازهای بی‌اثر (VIIIA): این خانواده که آخرین ستون سمت راست جدول تناوبی را اشغال می‌کند از گازهای یک اتمی تشکیل شده است که تقریباً در واکنش‌های شیمیایی شرکت ندارند ؛ به همین علت این گروه را گروه صفر نیز نامیده‌اند.

خ ــ عناصر واسطه یا عناصر انتقالی: در حدود ۷۵ درصد عناصر جدول تناوبی فلز هستند که آن‌ها را، برای سهولت مطالعه، به دو دسته تقسیم کرده‌اند. دسته‌ی اول شامل فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی هستند و دسته‌ی دوم را عناصر انتقالی یا عناصر واسطه می‌نامیم که مثال آن‌ها فلزهای معروفی چون آهن، نیکل، کروم، منگنز، مس، نقره، پلاتین و طلا می‌باشد. در حدود نیمی از فلزات دسته‌ی دوم در متن جدول و نیم دیگر زیر آن قرار دارند.



شکل ۴ــ۱ــ جدول تناوبی عناصر

نیمه‌ی اول این فلزات که در متن جدول قرار دارند در ۱۰ ستون چسبیده به هم، در وسط جدول، میان ستون دوم (فلزهای قلیایی خاکی) و ستون سوم (فلزات آمفوتر) قرارگرفته‌اند که به این ترتیب تعداد کل ستون‌ها در جدول به ۱۸ می‌رسد. اغلب این فلزها در ترکیب‌های خود ظرفیت‌های متغیر داشته و محلول‌های نمک آن‌ها رنگین است. مثلاً آهن که در ردیف اول این دسته از فلزها قرار دارد دارای دو نوع نمک آهن II و آهن III (یا فروفریک) می‌باشد. محلول‌های نمک آهن III به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای است.

عناصر واسطه‌ی زیر جدول (معروف به عناصر واسطه‌ی داخلی) در دو ردیف قرارگرفته‌اند که هر یک شامل ۱۴ عنصر فلزی بوده و خواص آن‌ها کم و بیش یکسان است. این عناصر به نسبت بسیار کمی در خاک‌ها وجود دارند از این‌رو به آن‌ها عناصر خاک‌های کمیاب می‌گویند و به دو گروه «لانتانیدها[1]» و «اکتینیدها[2]» تقسیم شده‌اند. در پایان یادآور می‌شود که چون نمی‌توان تشابه زیادی بین عنصر هیدروژن با هر یک از خانواده‌ی عناصر پیدا کرد از این‌رو آن را که عنصری است یک ظرفیتی، به طور جداگانه در گوشه‌ی جدول، بالای خانواده‌ی فلزهای قلیایی که آن‌ها هم یک ظرفیتی هستند، قرار داده‌اند.

دو گروه سمت چپ و ۶ گروه سمت راست جدول تناوبی را گروه‌های اصلی یا گروه‌های A و عناصر واسطه را گروه‌های فرعی یا گروه B می‌نامند.

هر دوره از جدول تناوبی (از سمت چپ به سمت راست) با یک فلز شروع می‌شود و به یک غیرفلز و در نهایت یک گاز بی‌اثر ختم می‌شود. این تناوب کمابیش در سایر موارد جدول نیز به چشم می‌خورد. از این‌رو در جدول تناوبی، از سمت چپ به راست و از پایین به بالا از خاصیت‌های فلزی عناصر کم و بر خاصیت‌های غیرفلزی افزوده می‌شود. بنابراین گاز فلوئور (F) قوی‌ترین غیرفلز است که با آب اسیدقوی HF را تولید می‌کند و عنصر سدیم نیز قوی‌ترین فلز است که در هنگام واکنش با آب تولید گاز هیدروژن می‌نماید.

۳ــ۱ــ موادّ مرکب و مواد مخلوط

برای درک بهتر مفهوم ماده‌ی مرکب و ماده‌ی مخلوط و تفاوت آن‌ها کافیست آزمایش زیر را انجام دهید. (شکل ۵ــ۱) ۴ گرم گوگرد و ۷ گرم براده‌ی آهن را با هم مخلوط کنید (همان‌طور که می‌دانید اجزای این مخلوط را می‌توان مثلاً با آهن‌ربا جدا کرد) مخلوط را در لوله‌ی آزمایش بریزید و آن را روی چراغ الکلی گرم کنید. مخلوط به زودی سرخ می‌شود و اگر چراغ الکلی را دور کنید

۱ــ Lanthanides ۲ــ Actinides

این سرخی ادامه پیدا می‌کند این به آن معنی است که بین آهن و گوگرد واکنش شیمیایی روی داده است که همراه با آزاد شدن گرماست (به این واکنش، واکنش گرمازا می‌گویند) وقتی لوله‌ی آزمایش سرد شد آن را با احتیاط بشکنید و ماده‌ی حاصل را در هاون بکوبید و خرد نمایید. چنانچه مشاهده می‌نمایید در ذرات ماده‌ی حاصل، ذرات گوگرد و آهن دیده نمی‌شود و گرد حاصل ماده‌ای جدید است که از نظر خواص، هم با گوگرد و هم با آهن کاملاً تفاوت دارد. در این واکنش گوگرد و آهن با یکدیگر ترکیب شده و ماده‌ای جدید تشکیل داده‌اند. این ماده یک ماده‌ی مرکب است و سولفید آهن نامیده می‌شود.

شکل ۵ــ۱ــ سوزاندن براده‌ی آهن و گوگرد

از این آزمایش و نظایر آن می‌توان تفاوت‌های زیر را میان مواد مخلوط و مواد مرکب نتیجه گرفت :

ــ اجزای تشکیل دهنده‌ی مخلوط خواص اولیه‌ی خود را در مخلوط تا حدی حفظ می‌کنند، در صورتی که اجزای تشکیل‌دهنده‌ی ماده‌ی مرکب خواص اولیه‌ی خود را در ترکیب از دست می‌دهند.

ــ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی مخلوط را می‌توان به کمک روش‌های فیزیکی از یکدیگر جدا کرد در صورتی که اجزای تشکیل‌دهنده‌ی ماده‌ی مرکب را نمی‌توان با روش‌های فیزیکی از یکدیگر جدا نمود.

ــ در تهیه‌ی مخلوط می‌توان اجزای تشکیل‌دهنده را به هر نسبتی انتخاب کرد، در صورتی که برای تهیه‌ی یک ماده‌ی مرکب نسبت وزنی اجزای تشکیل‌دهنده ثابت است و به روش به‌کار رفته

بستگی ندارد. مثلاً هرگاه ۴ گرم گوگرد را با ۱۰ گرم آهن مخلوط کنیم و در لوله‌ی آزمایش حرارت دهیم باز هم ۱۱ گرم (۷+۴) سولفید آهن به دست می‌آوریم و ۳ گرم آهن باقی‌می‌ماند.

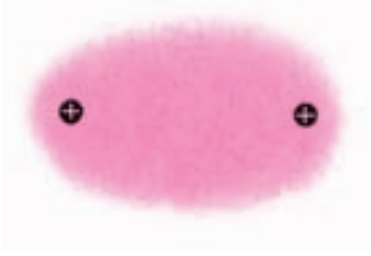
ــ مخلوط‌شدن معمولاً با تغییرات قابل ملاحظه‌ی گرمایی همراه نیست ولی ترکیب شدن مواد اغلب با تغییرات گرمایی آشکار همراه است.

۴ــ۱ــ اتصالات بین اتم‌ها

شیمی‌دانان نیروهایی را که اتم‌ها را در ترکیب‌های شیمیایی کنار یکدیگر نگاه می‌دارند عامل وجود پیوندهای شیمیایی می‌دانند. این پیوندها هنگامی به‌وجود می‌آید که نیروی جاذبه‌ی بین دو اتم بیش از نیروی دافعه‌ی آن‌ها باشد. این نیروی جاذبه و دافعه‌ی بین هسته‌های دو اتم با هم و با الکترون‌ها می‌باشد که به صورت ابری اطراف هسته را احاطه کرده است به‌طور کلی نیروهای جاذبه، بین بارهای الکتریکی ناهمانند، و نیروهای دافعه، بین بارهای الکتریکی همانند پیدا می‌شود.

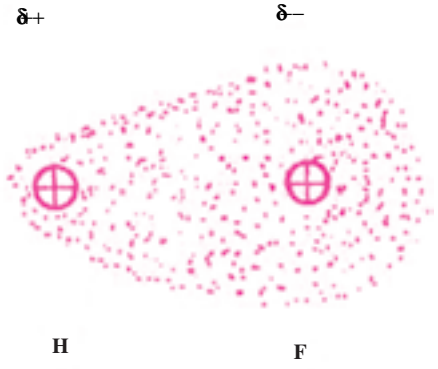
۱ــ۴ــ۱ــ پیوند کووالانسی یا اشتراکی: هنگامی که نیروهای جاذبه بیش از نیروهای دافعه باشد الکترون تحت تأثیر جاذبه‌ی دو یا چند هسته قرار می‌گیرد و به همین علت پایدارتر از حالتی است که به‌وسیله‌ی یک هسته جذب شود. این نوع پیوند را که از اشتراک الکترون‌های دو اتم به‌وجود می‌آید پیوند کووالانسی می‌نامند.

۲ــ۴ــ۱ــ پیوند قطبی و غیرقطبی: در مورد مولکولی مانند هیدروژن که ابر الکترونی به طور یکنواخت میان دو هسته قرارگرفته است چون دو هسته با هم یکسان‌اند مقدار متوسط جاذبه‌ی آن‌ها برای الکترون با هم برابر است. حال اگر پخش ابر الکترونی در مولکول هیدروژن به‌طور یکنواخت انجام نمی‌گرفت انتظار می‌رفت که قطب‌های مثبت و منفی الکتریکی در دو سر پیوند، در این مولکول، ظاهر شود، در صورتی که آزمایش‌های مربوط به اثر میدان الکتریکی بر مولکول هیدروژن وجود چنین قطب‌هایی را نشان نمی‌دهد. این نوع پیوند را غیرقطبی می‌نامند. شکل ۶ــ۱ ابر الکترونی مولکول هیدروژن را نشان می‌دهد.



شکل ۶ــ۱ــ ابر الکترونی مولکول هیدروژن (پیوند غیرقطبی)

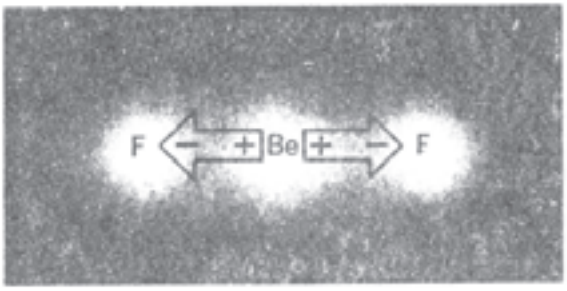
پیوندی که ابر الکترونی آن به صورت نامتقارن قرارگرفته و در نتیجه دو قطب مثبت و منفی در دو سر آن به‌وجود آمده است پیوند قطبی نامیده می‌شود (مانند HF) شکل ۷ــ۱ ابر الکترونی مولکول HF را نشان می‌دهد.



شکل ۷ــ۱ــ ابر الکترونی مولکول HF (پیوند قطبی)

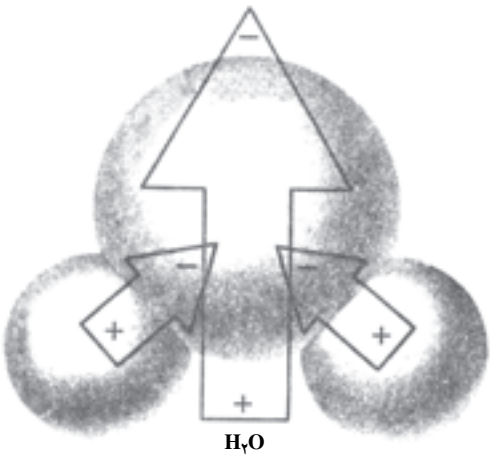
۵ــ۱ــ مولکول‌های غیرقطبی و قطبی

چنان که قبلاً گفته شد وقتی پیوند بین دو اتم یکسان ایجاد شده باشد آن پیوند غیرقطبی است و در نتیجه مولکول حاصل نیز غیرقطبی می‌شود. مثال چنین مولکول‌هایی F_2 و H_2 می‌باشد. در مولکول‌هایی که از اتم‌های غیریکسان درست شده‌اند پیوندها به علت تفاوت الکترونگاتیوی اتم‌ها قطبی هستند و روی این زمینه انتظار داریم که این مولکول‌ها نیز قطبی باشند در صورتی که بررسی‌ها و آزمایش‌ها نشان می‌دهد که برخی از این مولکول‌ها قطبی نیستند، مانند مولکول BeF_2، شکل ۸ــ۱ ابر الکترونی مولکول BeF_2 را نشان می‌دهد.

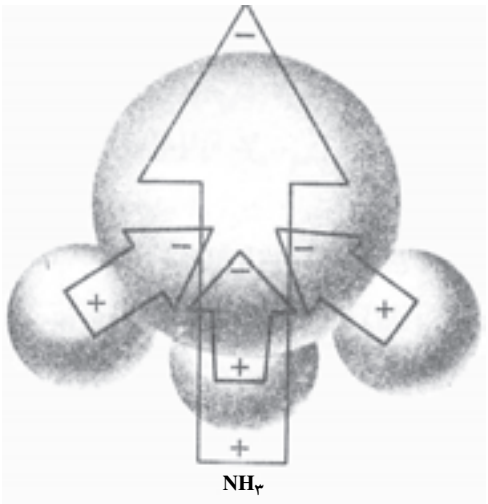


شکل ۸ــ۱ــ ابرالکترونی مولکول BeF_2 (مولکول غیرقطبی)

این مولکول دارای پیوند Be-F است که به علت تفاوت زیاد الکترونگاتیوی بریلیوم با فلوئور به شدت قطبی است ولی چون مرکز بارهای منفی و مرکز بارهای مثبت در مرکز مولکول بر هم منطبق شده‌اند، مولکول غیرقطبی شده است. مثال‌هایی دیگر در این زمینه BF_3 و CF_4 است. در مولکول‌هایی مانند H_2O و NH_3، همان‌طور که می‌دانیم، مرکز بارهای مثبت و مرکز بارهای منفی برهم منطبق نبوده و اثر یکدیگر را خنثی نمی‌کنند و در نتیجه این مولکول‌ها قطبی هستند. شکل‌های ۹ــ۱ و ۱۰ــ۱ ابر الکترونی این مولکول‌ها را نمایش می‌دهد.



شکل ۹ــ۱ــ ابرالکترونی مولکول H_2O (مولکول قطبی)



شکل ۱۰ــ۱ــ ابر الکترونی مولکول NH_3 (مولکول قطبی)

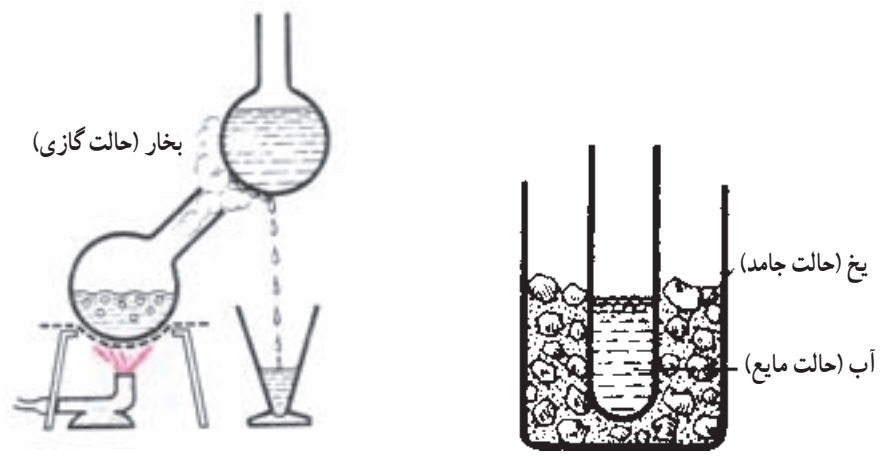
با توجه به آنچه گفتیم، برای آن‌که مولکولی قطبی باشد فراهم بودن دو شرط زیر ضرورت دارد :

۱ــ جنس اتم‌های آن یکسان نباشد.

۲ــ مراکز اثر بارهای مثبت و منفی روی یکدیگر منطبق نشود.

۶ــ۱ــ حالات فیزیکی ماده

مواد پیرامون ما عموماً به سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شوند. بهترین مثال در این مورد یخ (حالت جامد)، آب (حالت مایع) و بخار آب (حالت گازی) است. شکل ۱۱ــ۱ این سه حالت را نمایش می‌دهد.



شکل ۱۱ــ۱ــ حالات فیزیکی آب به همراه تغییر حالات آن

۱ــ۶ــ۱ــ ماده‌ی جامد: طبق تعریف، ماده‌ی جامد، ماده‌ای است که دارای شکل، جرم و حجم مشخص است، مولکول‌های آن به صورت مرتب و با نظم خاصی در کنار یکدیگر قرارگرفته‌اند و از استحکام برخوردار هستند.

۲ــ۶ــ۱ــ مایع: مایع، حالتی از ماده است که برخلاف ماده‌ی جامد دارای شکل و حجم ثابتی نیست و معمولاً به شکل ظرف خود درمی‌آید. جرم مایع ثابت است و مولکول‌های آن‌ها در دامنه‌ی کم دارای نظم و ترتیب هستند.

۳ــ۶ــ۱ــ گاز: گاز حالتی از ماده است که شکل و حجم ثابتی ندارد و در هر ظرفی وارد شود آن را پر می‌کند، اگر چه شکل ظرف را به خود نمی‌گیرد. مولکول‌های گازها به‌طور پراکنده و دور از هم قرار دارند، گازها به مقدار زیادی فشرده و یا منبسط می‌شوند. تغییرات دما و فشار در تغییرات حجمی گازها اثر زیادی دارد.

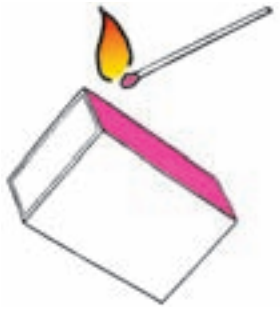
۷ــ۱ــ تغییر حالات ماده و دگرگونی‌های حاصل

به‌طور کلی دو نوع تغییر در ماده ممکن است رخ دهد تغییرات فیزیکی و تغییرات شیمیایی.

۱ــ۷ــ۱ــ تغییرات فیزیکی ماده: تغییر فیزیکی نوعی از تغییر در ماده است که در آن فقط شکل ماده یا وضع اجزای آن نسبت به هم، تغییر می‌کند. ذوب، تبخیر و انجماد نمونه‌هایی از این نوع تغییرات هستند. برای مثال، اگر آب را که در دمای محیط ($25^{\circ}C$) به صورت مایع است به دمای زیر صفر ببریم به صورت یخ (حالت جامد) در می‌آید، ولی اگر آن را تا بیش از $100^{\circ}C$ حرارت دهیم به

صورت گاز (بخار) درمی‌آید که این‌ها همه تغییرات فیزیکی این ماده را شامل می‌شود.

۲ــ۷ــ۱ــ تغییرات شیمیایی ماده: تغییر شیمیایی، تغییری است که در جریان آن، یک ماده به ترکیب یا ترکیبات دیگری تبدیل می‌شود ؛ مانند ترکیب گاز کلر با فلز سدیم که ماده‌ی جدیدی به نام نمک طعام حاصل می‌شود و یا مانند سوختن کبریت.



شکل ۱۲ــ۱ــ سوختن کبریت (تغییر شیمیایی)

۳ــ۷ــ۱ــ مواد همگن و ناهمگن: بخش مشخصی از ماده که تمام آن از نظر ترکیب و خواص ذاتی یکسان و یکنواخت باشد یک فاز نامیده می‌شود. اگر ماده‌ای فقط شامل یک فاز باشد آن را همگن می‌نامند و اگر بیش از یک فاز داشته باشد ناهمگن نامیده می‌شود. برای مثال نمک یا محلول نمک در آب موادی همگن، ولی مخلوط یخ و آب و مخلوط آهن و گوگرد موادی ناهمگن هستند.

فازهای یک ماده‌ی ناهمگن حد و مرز مشخصی دارند، مثلاً در مخلوط روغن زیتون و آب که از دو فاز تشکیل می‌شود مرز بین روغن و آب کاملاً مشخص است.

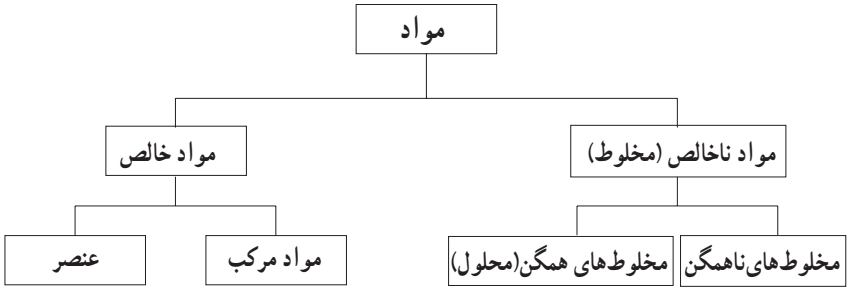
تعریف محلول: مواد ناهمگن ترکیب ثابتی ندارند بنابراین مخلوط هستند. مخلوط‌های همگن را محلول می‌نامند. محلول ممکن است در فاز جامد یا مایع یا گاز وجود داشته باشد. هوا، آلیاژ طلا و نقره و محلول نمک در آب نمونه‌هایی از محلول‌های گازی، جامد و مایع هستند.

تعریف ماده‌ی خالص: موادی همگن هستند که ترکیب ثابت و خواص ذاتی تغییرناپذیری داشته باشند. دو نوع ماده‌ی خالص وجود دارد : عنصر و ماده‌ی مرکب.

عنصر: عنصر ماده‌ی خالصی است که به مواد ساده‌تر از خود قابل تجزیه نباشد مانند مس، آهن، گوگرد و غیره.

ماده‌ی مرکب: ماده‌ی مرکب ماده‌ی خالصی است که از دو یا چند عنصر به نسبت‌های ثابت و معین ترکیب شده باشد. برای مثال اکسیژن و هیدروژن هر کدام عنصر جداگانه‌ای هستند ولی آب یک ماده‌ی مرکب است که در اثر تجزیه می‌توان آن را به دو عنصر اکسیژن و هیدروژن تبدیل کرد.

در نمودار ۱۳ــ۱، طبقه‌بندی مواد را، براساس شرحی که در مورد مواد دادیم مشاهده می‌کنید.



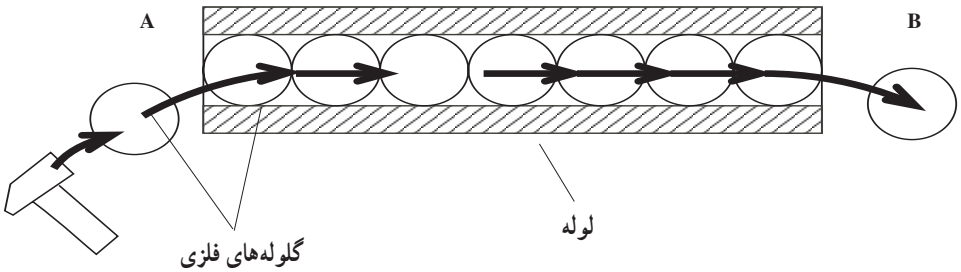
نمودار ۱۳ــ۱ــ طبقه‌بندی مواد

۸ــ۱ــ خصوصیات فیزیکی مواد

خواص فیزیکی باعث تغییر در ساختمان شیمیایی اجسام نمی‌شود. از خواص فیزیکی اجسام می‌توان قابلیت هدایت حرارت، قابلیت هدایت جریان الکتریسیته، جرم مخصوص و نقطه‌ی ذوب را نام برد.

۱ــ۸ــ۱ــ قابلیت هدایت حرارتی: قابلیت هدایت حرارتی هر جسم عبارت است از قدرت هدایت حرارت واحد طول جسم بر واحد سطح مقطع آن. عناصر فلزی از مهم‌ترین هادی‌ها به شمار می‌روند. در بین فلزات به ترتیب نقره، مس و آلومینیوم بیشترین قابلیت هدایت حرارتی را دارند.

۲ــ۸ــ۱ــ قابلیت هدایت الکتریسیته: قابلیت هدایت الکتریسیته در هر جسم عبارت است از قدرت هدایت الکتریسیته‌ی واحد طول جسم بر واحد سطح مقطع آن. در بین فلزات به ترتیب نقره، مس و آلومینیوم قابلیت هدایت الکتریکی بیشتری دارند (شکل ۱۴ــ۱).



شکل ۱۴ــ۱ــ تشبیه حرکت گلوله‌های فلزی در داخل یک لوله و مقایسه‌ی آن با جریان الکتریسیته

۳ــ۸ــ۱ــ جرم مخصوص: جرم واحد حجم از هر جسم را جرم مخصوص آن جسم گویند. جرم مخصوص مواد مختلف به نوع ماده و اندازه‌ی تراکم ذرات تشکیل‌دهنده‌ی آن بستگی دارد.

۴ ــ۸ــ۱ــ نقطه‌ی ذوب: دمایی که در آن یک ماده از حالت جامد به حالت مایع تبدیل می‌شود نقطه‌ی ذوب نام دارد. مواد خالص نقطه‌ی ذوب مشخص دارند ؛ به عنوان مثال نقطه‌ی ذوب یخ صفر درجه‌ی سانتی‌گراد است.

۹ــ۱ــ خصوصیات مکانیکی مواد

چگونگی مقاومت مواد در مقابل عوامل مکانیکی را خصوصیّت مکانیکی می‌نامند. از خواص مکانیکی می‌توان استحکام، سختی و الاستیسیته را نام برد.

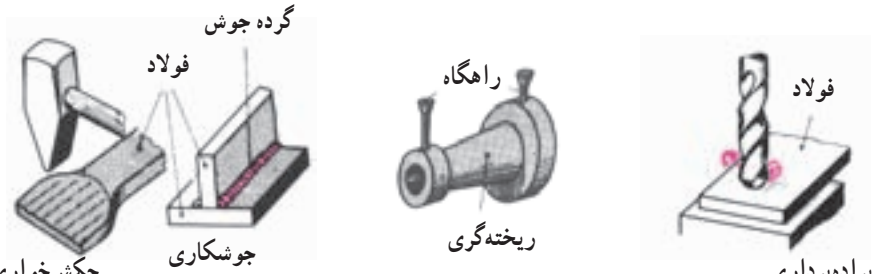
۱ــ۹ــ۱ــ استحکام: مقاومتی که اجسام در مقابل نیروی خارجی از خود نشان می‌دهند استحکام نام دارد و مقدار آن به نحوه‌ی تأثیر نیروی خارجی و همچنین به نیروی جاذبه‌ی بین مولکولی آن‌ها بستگی دارد.

۲ــ۹ــ۱ــ سختی: مقاومتی که اجسام در مقابل نفوذ جسم خارجی از خود نشان می‌دهند سختی نام دارد.

۳ــ۹ــ۱ــ الاستیسیته: اجسامی یافت می‌شوند که تحت تأثیر نیرو، در آن‌ها تغییر شکل حاصل شده و پس از برداشتن نیرو به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردند. این خاصیت برگشت‌پذیری را الاستیسیته یا کشسانی می‌نامند. لاستیک و فنر دو نمونه از اجسامی هستند که الاستیسیته‌ی خوبی دارند.

۱۰ــ۱ــ خواص تکنولوژیکی مواد

قابلیت چکش‌خواری، ریخته‌گری، جوشکاری و براده‌برداری مواد را خواص تکنولوژیکی می‌گویند (شکل۱۵ــ۱).



شکل ۱۵ــ۱ــ خواصّ تکنولوژیکی مواد

۱ــ۱۰ــ۱ــ قابلیت چکش‌خواری: قابلیت تغییر شکل مواد را به کمک نیروی فشار و ضربه، قابلیت چکش‌خواری می‌نامند. به عنوان مثال، فولاد، مس و برنج را می‌توان تحت تأثیر نیروی فشار تغییر شکل داد و عملیاتی مانند نوردکاری، خم‌کاری و کوره‌کاری را روی آن‌ها انجام داد، درحالی که چدن این قابلیت را ندارد.

۲ــ۱۰ــ۱ــ قابلیت ریخته‌گری: خاصیت شکل‌پذیری اجسام را در حالت مذاب، قابلیت ریخته‌گری آن‌ها نامند. برای تهیه‌ی قطعاتی که دیواره‌ی نازک و شکل پیچیده‌ای دارند می‌باید از موادی که قابلیت ریخته‌گری بهتری دارند استفاده شود. چدن، آلیاژهای آلومینیوم، آلیاژهای مس و مواد مصنوعی را می‌توان به راحتی ریخته‌گری کرد.

۳ــ۱۰ــ۱ــ قابلیت جوش‌کاری: موادی قابلیت جوش‌کاری دارند که بتوان آن‌ها را به‌کمک حرارت یا حرارت توأم با فشار به صورت مذاب به یکدیگر متصل کرد. فولادها، مواد مصنوعی و فلزات غیرآهنی قابلیت جوش‌کاری دارند.

۴ــ۱۰ــ۱ــ قابلیت براده‌برداری: جسمی دارای قابلیت براده‌برداری خوبی است که بتوان آن را با سرعت زیاد و نیروی کم براده‌برداری کرد و سطح آن نیز پس از براده‌برداری کاملاً صاف و پرداخت باشد.

۱۱ــ۱ــ خواص شیمیایی مواد

از مهم‌ترین خواص شیمیایی مواد می‌توان مقاومت در مقابل خوردگی، قابلیت احتراق، مقاومت در مقابل اکسیدشدن و همچنین سمی بودن آن‌ها را نام برد. مقاومت یک فلز در مقابل عوامل خارجی مانند زنگ‌زدن و خوردگی به‌وسیله‌ی اسیدها را می‌توان با کمک آلیاژکردن افزایش داد.

خودآزمایی (۱)

۱ــ در نظریه‌ی اتمی دالتون چه مواردی را می‌توان به‌طور خلاصه در نظر گرفت؟

۲ــ تعریف اتم چیست و ذرات تشکیل‌دهنده‌ی اتم کدام است؟

۳ــ آزمایش اول رادرفورد منجر به کشف چه چیزی شد؟

۴ــ آزمایش دوم رادرفورد به چه منظوری بود و نتیجه‌ی آن چه بود؟

۵ــ تعریف عدد جرمی چیست؟ رابطه‌ی آن را بیان کنید.

۶ــ مبنای اولین طبقه‌بندی عناصر چه بود و از چه راه‌هایی انجام پذیرفت؟

۷ــ گروه‌های اصلی عناصر را نام ببرید و بگویید که هر یک از عناصر زیر در کدام گروه قرار دارند؟ Na , Ba , F , Ar , K , Xe , Cl , Ca , I , Li , Br

۸ــ گروه فلزات قلیایی و قلیایی خاکی چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

۹ــ آلومینیوم به کدام گروه فلزات تعلق دارد و مشخصه‌ی آن چیست؟

۱۰ــ چرا عنصر هیدروژن را به طور جداگانه در گوشه‌ی بالای خانواده‌ی فلزات قلیایی قرار داده‌اند؟

۱۱ــ عناصر واسطه در چند گروه و ردیف جای دارند و مشخصه‌ی اصلی آن‌ها چیست؟

۱۲ــ چه تفاوت‌هایی بین مواد مخلوط و مواد مرکب وجود دارد؟

۱۳ــ پیوند کووالانس چگونه ایجاد می‌شود؟

۱۴ــ پیوند قطبی و غیرقطبی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟

۱۵ــ مولکول‌های قطبی و غیرقطبی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟

۱۶ــ ویژگی تغییرات فیزیکی چیست؟ با ذکر مثال یک تغییر فیزیکی و یک تغییر شیمیایی را با یکدیگر مقایسه کنید.

۱۷ــ مواد همگن و ناهمگن چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟

۱۸ــ محلول را، با ذکر مثال، تعریف کنید.

۱۹ــ ماده‌ی خالص را تعریف کنید و انواع آن را نام ببرید (با رسم نمودار).

۲۰ــ انواع خواص فیزیکی مواد را نام ببرید و هر یک را تعریف کنید.

۲۱ــ خواص مکانیکی مواد را نام ببرید و هر یک را تعریف کنید.

۲۲ــ خواص تکنولوژیکی مواد را به طور جداگانه شرح دهید.

۲۳ــ انواع خواص شیمیایی مواد را نام ببرید.