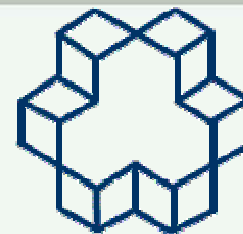




Company Logo

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی و علم مواد



آلیاژهای حافظه دار و مواد هوشمند

جلسه دوم
(مقدمه ای بر مواد و دسته بندی آنها)

دکتر رضا اسلامی فارسانی



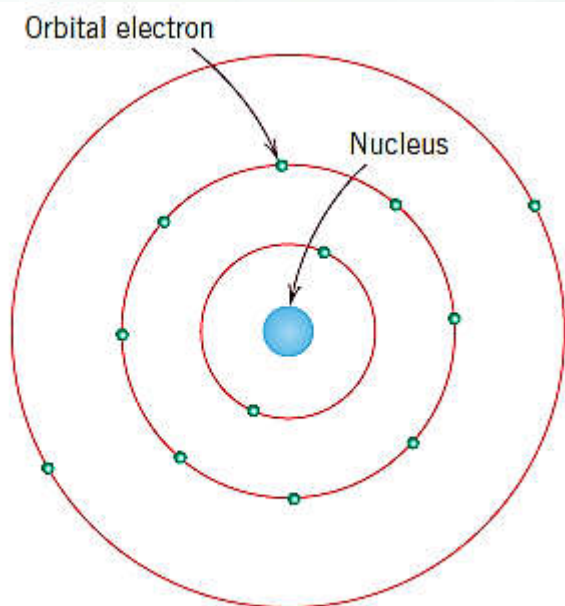
کلیاتی در خصوص عنصر و ماده



- کوچکترین جز سازنده هر ماده، اتم است.

- اتم حاوی الکترون، پروتون و نوترون است.

- پروتون ها و نوترون ها در هسته اتم و الکترون ها در مدارهایی به دور هسته در حال چرخش هستند.



- تعداد الکترون ها و پروتون ها با هم برابر هستند.

- هسته، ۱۰۰۰۰۰ مرتبه از اتم کوچکتر است.

- به لحاظ الکتریکی، الکترون دارای بار منفی، پروتون دارای بار مثبت و نوترون، خنثی هستند.

کلیاتی در خصوص عنصر و ماده



- عنصر، ماده ای است خالص که اتم های تشکیل دهنده آن همه دارای عدد اتمی (تعداد پروتون های) یکسان بوده و این ماده در اثر تجزیه به مواد ساده تر قابل تبدیل نیست.
- عناصر مجموعاً ۱۱۸ عنصر بوده که همگی کشف شده اند.
- آخرین عنصر (عنصر ۱۱۷)، در سال ۲۰۱۲ به صورت مصنوعی در آزمایشگاه و در اثر واکنش های هسته ای ایجاد شده است.
- در جدول تناوبی، عناصر بر اساس عدد اتمی (تعداد پروتون ها) طبقه بندی شده اند.
- عدد جرمی مجموع تعداد پروتون ها و نوترون ها است.



کلیاتی در خصوص عنصر و ماده

۹۲ - عنصر در طبیعت شناخته شده اند (از عنصر هیدروژن با عدد اتمی ۱ تا اورانیوم با عدد اتمی ۹۲).

- از میان ۹۲ عنصر طبیعی، ۸۸ عنصر، پایدار و ۴ عنصر، ناپایدار (رادیواکتیو) هستند.

- از عنصر ۹۲ به بعد همگی غیرطبیعی و مصنوعی هستند.

- این عناصر به صورت مصنوعی در آزمایشگاه های تحقیقاتی و در اثر واکنش های هسته ای تولید می شوند. یک عنصر سنگین به عنوان هدف در دستگاه سیکلوترون (شتاب دهنده) قرار گرفته و با ذرات پرنرژی (نظیر پروتون ها) با سرعت زیاد تحت تابش قرار می گیرد تا با اضافه شدن پروتون به هسته عناصر جدید ایجاد شوند.

- عناصر مصنوعی با عدد اتمی بالا عموماً دارای نیمه عمرهای بسیار کمی هستند، لذا عموماً خواص آنها بطور کامل قابل بررسی نیست و اکثراً برای کارهای تحقیقاتی بکار می روند.

کلیاتی در خصوص عنصر و ماده



- جدول تناوبی عناصر در سال ۱۸۶۹ توسط مندلیف ارائه شد.

- در جدول تناوبی عناصر به سه گروه تقسیم بندی می شوند:

✓ فلزات (جیوه مایع و بقیه جامد)

✓ شبه فلزات (بور، سیلیسیم، ژرمانیم، آرسنیک، آنتیموان، تلوریم و پلونیوم)

✓ غیرفلزات (۱۱ گاز، یک مایع (بور)، بقیه جامد)

- درصد فراوانی عناصر در طبیعت: O (۴۶/۶) - Si (۲۷/۷) - Al (۸/۱) - Fe (۵)

Ca (۳/۶) - Na (۲/۸) - K (۲/۶) - Mg (۲/۱) - سایر (۱/۵)

- فلزات صنعتی: Si-Mn-Na-Mg-Ti-Cr-Zn-Sn-Pb-Ni-Cu-Al-Fe

- غیرفلزات صنعتی: N-S.P-Cl-C-O-H

کلیاتی در خصوص عنصر و ماده



- تمامی عناصر در جدول تناوبی بر اساس آرایش الکترونی دسته بندی می شوند.
- عناصر یک گروه دارای ساختار الکترون ظرفیت مشابه هستند.
- عناصر یک گروه خواص فیزیکی و شیمیایی مشابهی از خود نشان می دهند.
- عناصر آخرین گروه سمت راست (گروه ۸ اصلی) گازهای نجیب یا بی اثر نامیده می شوند که دارای لایه های اصلی الکترونی پر و به عبارتی دارای آرایش الکترونی پایدار هستند.
- فلزات قلیایی و قلیایی خاکی (گروه های ۱ و ۲) به ترتیب دارای یک و دو الکترون بیشتر از ساختار پایدار هستند.
- عناصر گروه های ۶ و ۷ به ترتیب دارای یک و دو الکترون کمتر از حالت پایدار هستند.
- عناصر گروه ۷ هالوژن ها نامیده می شوند.
- فلزات واسطه (که بین گروه های ۲ و ۳ اصلی قرار گرفته اند)، دارای ظرفیت های متعددی هستند.

کلیاتی در خصوص عنصر و ماده



ماده

- هر آن چه که جرم دارد و فضا را اشغال می کند ماده نامیده می شود.
- هر ماده دارای خواص و ویژگی های مختص به خود است که با آن خواص این ماده از دیگر مواد متمایز می شود.
- برخی مواد تنها شامل یک عنصر بوده و برخی دیگر متشکل از دو یا چند عنصر هستند.

دسته بندی مواد



مواد را از جنبه های مختلفی دسته بندی می کنند که برخی از آنها عبارتند از:

معدنی (غیرآلی): نظیر فلزات و ...

طبقه بندی مواد

آلی: نظیر پلیمرها (لاستیک ها و پلاستیک ها) و

غیره که عمدتاً از کربن، هیدروژن، اکسیژن و ...

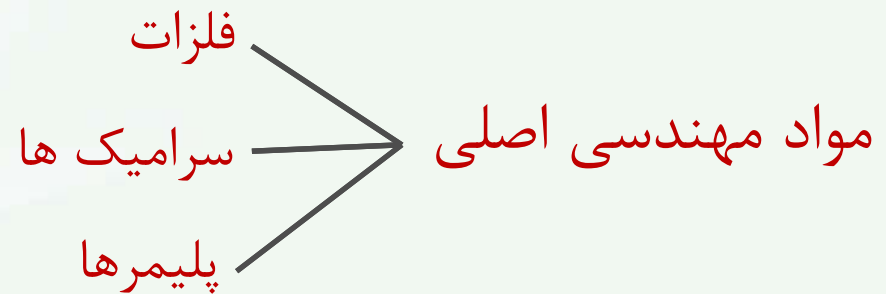
تشکیل می شوند.

دسته بندی مواد





مواد مهندسی: موادی هستند که در مقابل اعمال بار و یا در مقابل تغییر شکل ناشی از نیرو مقاومت نشان می دهند.



- اغلب مواد را می توان در گروه های سه گانه فوق دسته بندی نمود. البته اکثر مواد پیشرفته و نوین از تلفیق دو یا سه گانه مواد مذکور تهیه می شوند، نظیر کامپوزیت ها، مواد هوشمند، سرامت ها، مواد تابعی و ...

- این دسته بندی براساس ترکیب شیمیایی و ساختار اتمی است.



مواد مهندسی اصلی

فلزات (موادی با پیوند فلزی و ساختار بلوری،)

- مزایا: استحکام و شکل پذیری، مناسب برای کاربردهای استاتیکی
- معایب: پایداری ضعیف در شرایط دینامیکی و استحکام کم در دمای بالا

سرامیک ها (مواد پایه غیرفلزی و غیرآلی عمدتاً ترکیب شده با فلزات)

- مزایا: مقاومت به خوردگی، استحکام بالا و حفظ خواص مکانیکی در دمای بالا
- معایب: ترد و شکننده

پلیمرها (مواد با زنجیرهای طویل مولکولی شامل از کربن، هیدروژن، اکسیژن و ...)

- مزایا: سبکی، مقاومت به خوردگی و شکل پذیری
- معایب: استحکام کم و عدم تحمل دمای بالا



مقایسه فلز- سرامیک- پلیمر

نام ماده	نوع پیوند	ساختار	مزایا	معایب
فلزات	فلزی	دانه های بلوری	سفتی، استحکام، هدایت، شکل پذیری	شکست، خستگی
سرامیک ها	کووالانسی و یونی	دانه های بلوری و آمورف	سفتی، سختی، استحکام، مقاومت به حرارت و خوردگی	تردی و عدم شکل پذیری
پلیمرها	کووالانسی و ثانویه	زنجیره های مولکولی (بلوری، نیمه بلوری و آمورف)	سبکی، مقاومت به خوردگی	استحکام و سفتی کم، نقطه ذوب کم، خزش



- آلیاژهای ویژه (سوپر آلیاژها و ...)
مواد پایه فلزی با خواص و کاربردهای خاص
- پلیمرهای پیشرفته (رسانا، مقاوم حرارتی و ...)
پلیمرهای نوین با برخی خواص ویژه و متفاوت با پلیمرهای مرسوم
- سرامیک های پیشرفته (ابرها، رسانا، نیمه هادی و ...)
سرامیک های نوین با برخی خواص و مشخصات ویژه

- **سرمته ها**

مخلوط فلز و سرامیک با پایه کاربیدی و اکسیدی



نمونه هایی از مواد مهندسی نوین

- کامپوزیت ها (فایبر گلاس، کربن- کربن و ...)

تلفیق دو گانه فلز- سرامیک- پلیمر به صورت مواد زمینه و تقویت کننده

- ترکیبات بین فلزی

ترکیب دو یا چند گانه عناصر عموماً فلزی با ساختار و خواص متفاوت با مواد متشکله

- مواد تابعی (FGM)

مواد با تغییر پیوسته و تدریجی خواص از یک سطح به سطح دیگر

نمونه هایی از مواد مهندسی نوین



- مواد نانو

مواد با حداقل یکی از ابعاد در مقیاس نانو (۱-۱۰۰ نانومتر)

- بیو مواد (مواد زیست سازگار)

مواد سازگار با بدن بدون واکنش سیستم ایمنی بدن به آنها

- مواد هوشمند (مواد حافظه دار، خود ترمیم و ...)

مواد با قابلیت درک محیط و شرایط اطراف خود و واکنش نشان دادن به آن



معرفی مواد هوشمند

- ✓ اصطلاح مواد هوشمند (Smart Materials)، به موادی اطلاق می شود که می توانند با درک (Sense) شرایط محیطی اطراف خود، نسبت به آن واکنش (Response) متناسب نشان دهند.
- ✓ مواد هوشمند، موادی هستند که شرایط و محرک هایی مانند تحریکات مکانیکی، گرمایی، شیمیایی، الکتریکی و مغناطیستی را درک می کند و به آن ها عکس العمل نشان می دهند.
- ✓ مواد هوشمند، موادی هستند که خاصیت تغییرپذیری دارند و قادرند مشخصه های ظاهری و یا درونی خود را در پاسخ به تاثیرات فیزیکی و شیمیایی به صورت برگشت پذیر تغییر دهند.



معرفی مواد هوشمند

✓ هوشمند (Intelligent)، باهوش (Smart) و حساس (Adaptive) همه برای تعریف سازه ها و موادی بکار می روند که شامل حسگرها و یا محرکها (Actuators) بوده و توانایی سازگاری با تحریکات خارجی مانند بارها و تحریکات محیط را دارند.

✓ مواد هوشمند، موادی هستند که با عملکردی هوشمندانه در مقابل تغییرات محیط می توانند مانند موجودات زنده خود را با شرایط محیطی منطبق سازند. برخی از این مواد، هر نوع خدشه و خرابی در ساختار خود را پیش بینی کرده و نقایص خود را برطرف می سازند. یک یا چند ویژگی این مواد مانند شکل، استحکام، سختی، فرکانس، رنگ و ... آنها در یک حالت کنترل شده یا تحت اثر محرک نیروی الکتریسیته، میدان های مغناطیسی و ... به صورت قابل توجهی تغییر می کند.



معرفی مواد هوشمند

✓ هوشمندی یک اصطلاح جدید برای مواد، مصالح و فرآورده‌هایی است که توانایی درک و پردازش رویدادهای محیطی را داشته و نسبت به آن واکنش مناسب نشان می‌دهند. به بیان دیگر این مواد و مصالح قابلیت تغییرپذیری دارند و قادرند مواردی همچون شکل، رنگ، انرژی درونی و برخی مشخصات خود را به طرز برگشت پذیر در پاسخ به تاثیرات فیزیکی و یا شیمیایی محیط اطراف تغییر دهند.

✓ اگر مواد و مصالح را به سه گروه غیرهوشمند، نیمه هوشمند و هوشمند طبقه‌بندی کنیم، گروه اول یعنی غیرهوشمند، ویژگی‌های خاص بالا را ندارند، نیمه هوشمندها، توانایی محدودی در تعداد دفعات تغییرات دارند. در مواد هوشمند در برابر محرک‌های فیزیکی یا شیمیایی، تغییرات بازگشت پذیر فیزیکی و شیمیایی ایجاد می‌شود. این تغییرات در مواد کاملاً هوشمند به صورت نامتناهی تکرارپذیر است.

معرفی مواد هوشمند



✓ یک محرک می تواند چند تغییر در ماده هوشمند ایجاد نماید و یا چند محرک مختلف می توانند موجب تغییر خاصی در ماده گردند.

✓ متغیرهای تاثیرگذار شیمیایی و فیزیکی عمده (محرکها) عبارتند از:

- محیط شیمیایی
- میدان مغناطیسی
- میدان الکتریکی
- حرارت
- نور و اشعه ماورا بنفش
- فشار



معرفی مواد هوشمند

تغییرات حاصل از تاثیر محرک ها، بازه وسیعی را پوشش می دهند. برخی از این تغییرات عبارتند از:

✓ تغییر شکل، ابعاد، سطح و بافت به صورت همگن یا موضعی.

✓ تغییر در جریان الکتریکی و تولید جریان الکتریسته که به عنوان مثال در کف مکان های پر رفت و آمد برای تولید جریان برق استفاده می شود.

✓ تغییر رنگ و شفافیت

✓ تولید بوی خوش

✓ قابلیت اصلاح، ترمیم و تقویت

✓ خود تمیز کنندگی 22

معرفی مواد هوشمند



تغییرات حاصل از تاثیر محرک ها (ادامه):

✓ قابلیت جذب یا انتشار نوعی مولکول، اتم یا ماده‌ای خاص در سه حالت ماده که به ویژه برای کاهش آلودگی محیط و تولید مواد مطلوب و ضروری مانند تصفیه هوا و یا آب کاربرد دارد.

✓ امکان تبادل انرژی مانند مواد تغییر فاز دهنده که مثلاً در پوسته بنا برای کنترل دمای محیط داخلی کاربرد دارند و این مواد حرارت را از محیط گرفته و با تغییر فاز به حالت مایع یا گاز، آن را به صورت نهان در خود ذخیره می‌کنند و در هنگام کاهش دمای محیط با تغییر فاز مجدد، حرارت را به محیط بازپس می‌دهند.



طبقه‌بندی مواد و مصالح هوشمند

✓ مواد مرسوم با توجه به خصوصیات و مشخصات آنها، از جمله: نمود ظاهری، ساختار، بافت، ترکیب شیمیایی، خواص مکانیکی، شیمیایی و فیزیکی و ... طبقه‌بندی می‌شوند. اما در طبقه‌بندی مواد و مصالح هوشمند علاوه بر در نظر داشتن موارد فوق، موارد دیگری که به طور ویژه به تمیز دادن مواد هوشمند از سایر مواد مربوط می‌شود نیز لحاظ شده است.

معرفی مواد هوشمند



یکی از طبقه‌بندی‌های پیشنهادی برای مواد و مصالح هوشمند:

- ✓ هوشمند دارای قابلیت تغییر خواص درونی
- ✓ هوشمند تغییر شکل دهنده
- ✓ هوشمند تغییر رنگ دهنده
- ✓ هوشمند تغییر پیوند دهنده
- ✓ هوشمند دارای قابلیت مبادله انرژی
- ✓ هوشمند ساطع کننده نور
- ✓ هوشمند تولید کننده الکتریسیته
- ✓ هوشمند ذخیره کننده انرژی
- ✓ هوشمند دارای قابلیت تغییر و مبادله مواد درونی
- ✓ هوشمند خودترمیم کننده