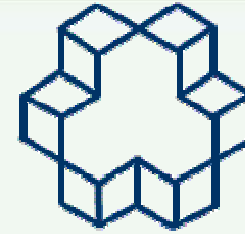




Company Logo

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
دانشکده مهندسی و علم مواد



# طراحی و انتخاب مواد مهندسی

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

دکتر رضا اسلامی فارسانی



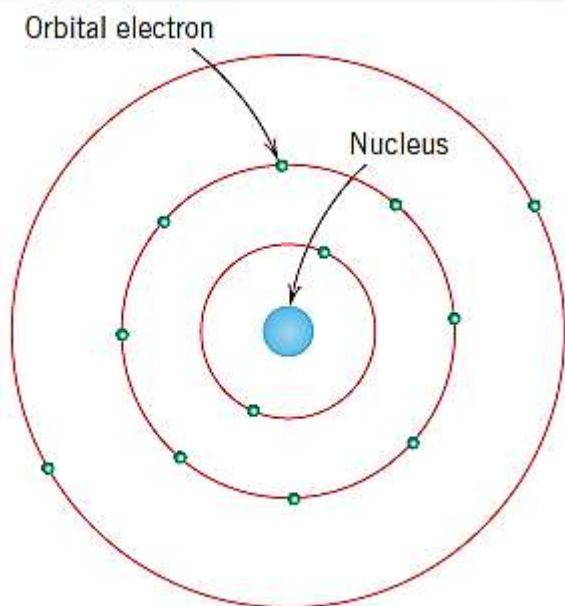
# کلیاتی در خصوص عنصر و ماده



- 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،  $1000000$  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)

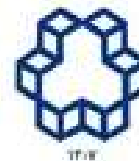
- درصد فراوانی عناصر در طبیعت: O (۴۶/۶) - Si (۲۷/۷) - Al (۸/۱) - Fe (۵) -

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



## جدول تناوبی مندلیف

Key

- 29 ← Atomic number
- Cu ← Symbol
- 63.54 ← Atomic weight

Metal

Nonmetal

Intermediate

IA																				0	
1 H 1.0080		IIA																			2 He 4.0026
3 Li 6.941	4 Be 9.0122											III A	IV A	V A	VIA	VII A					
11 Na 22.990	12 Mg 24.305											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180				
		IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII			IB	IIB										
19 K 39.098	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.87	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.69	29 Cu 63.54	30 Zn 65.41	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80				
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30				
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	Rare earth series	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.2	76 Os 190.23	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)				
87 Fr (223)	88 Ra (226)	Actinide series	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)												

Rare earth series

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Actinide series

89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)
-------------------	--------------------	--------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Company Logo

# 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 ...

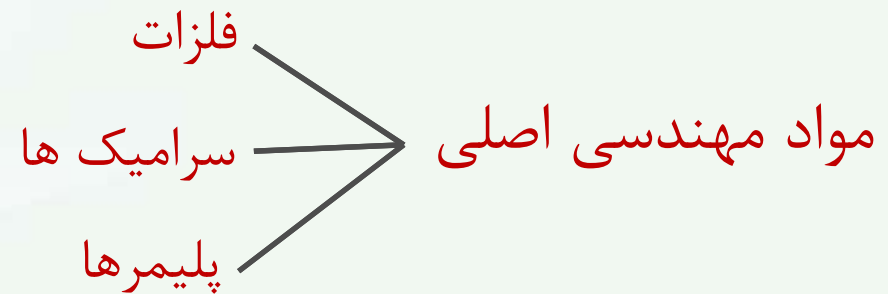
تشکیل می شوند.

# 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 ...)

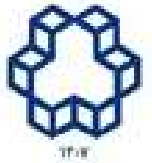
- مزایا: سبکی، مقاومت به خوردگی و شکل پذیری
- معایب: استحکام کم و عدم تحمل دمای بالا



## 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

## نمونه هایی از مواد مهندسی نوین



- 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 (ابررسانا، پیزوالکتریک و ...)  
سرامیک های نوین با برخی خواص و مشخصات ویژه

- **سرمتهای**



## نمونه هایی از مواد مهندسی نوین

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

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





## نمونه هایی از مواد مهندسی نوین

### - مواد تابعی (FGM)

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

### - 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