

مقالورژی فیزیکی

جلسه اول : مقدمه

علی اشرفی

دانشکده مهندسی مواد

دانشگاه صنعتی اصفهان

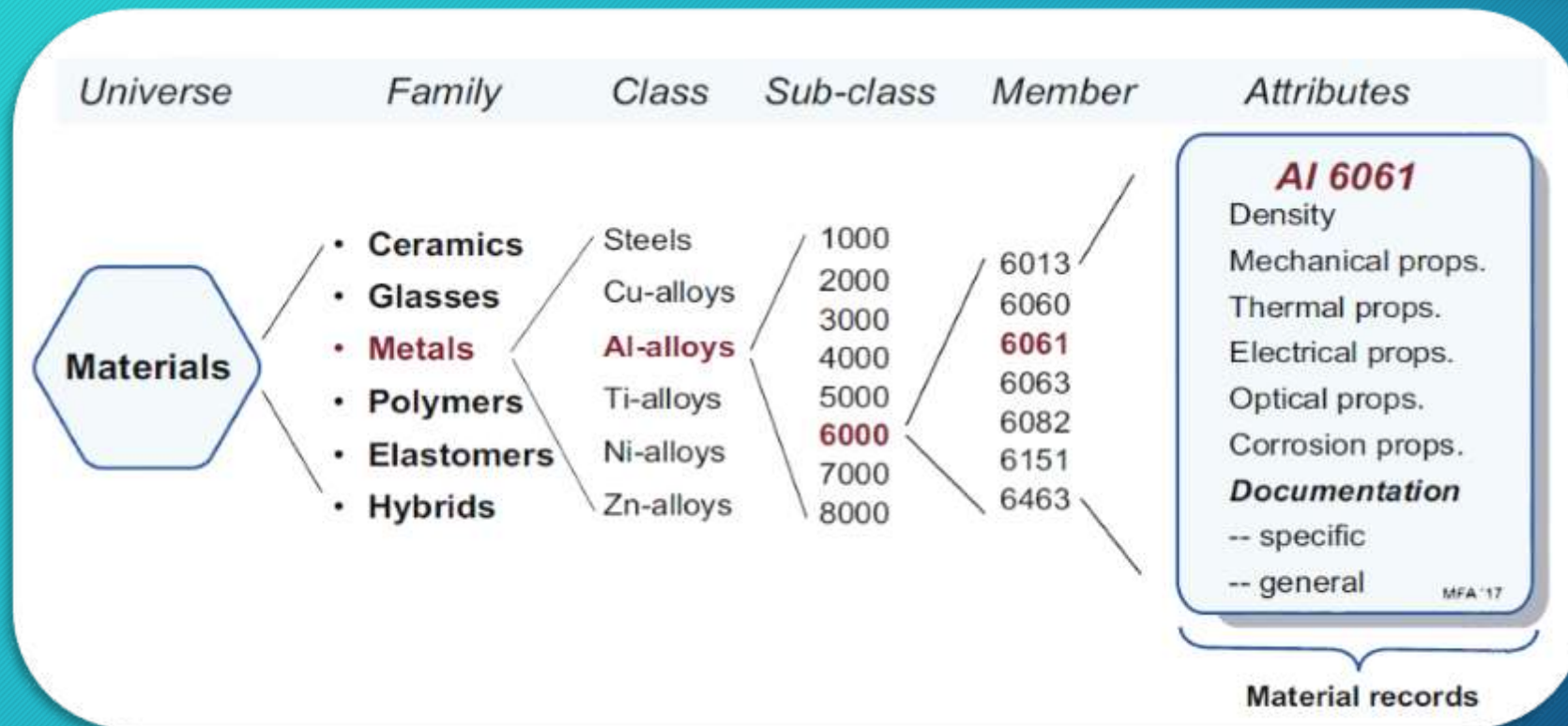


دانشگاه صنعتی اصفهان
Isfahan University
of Technology

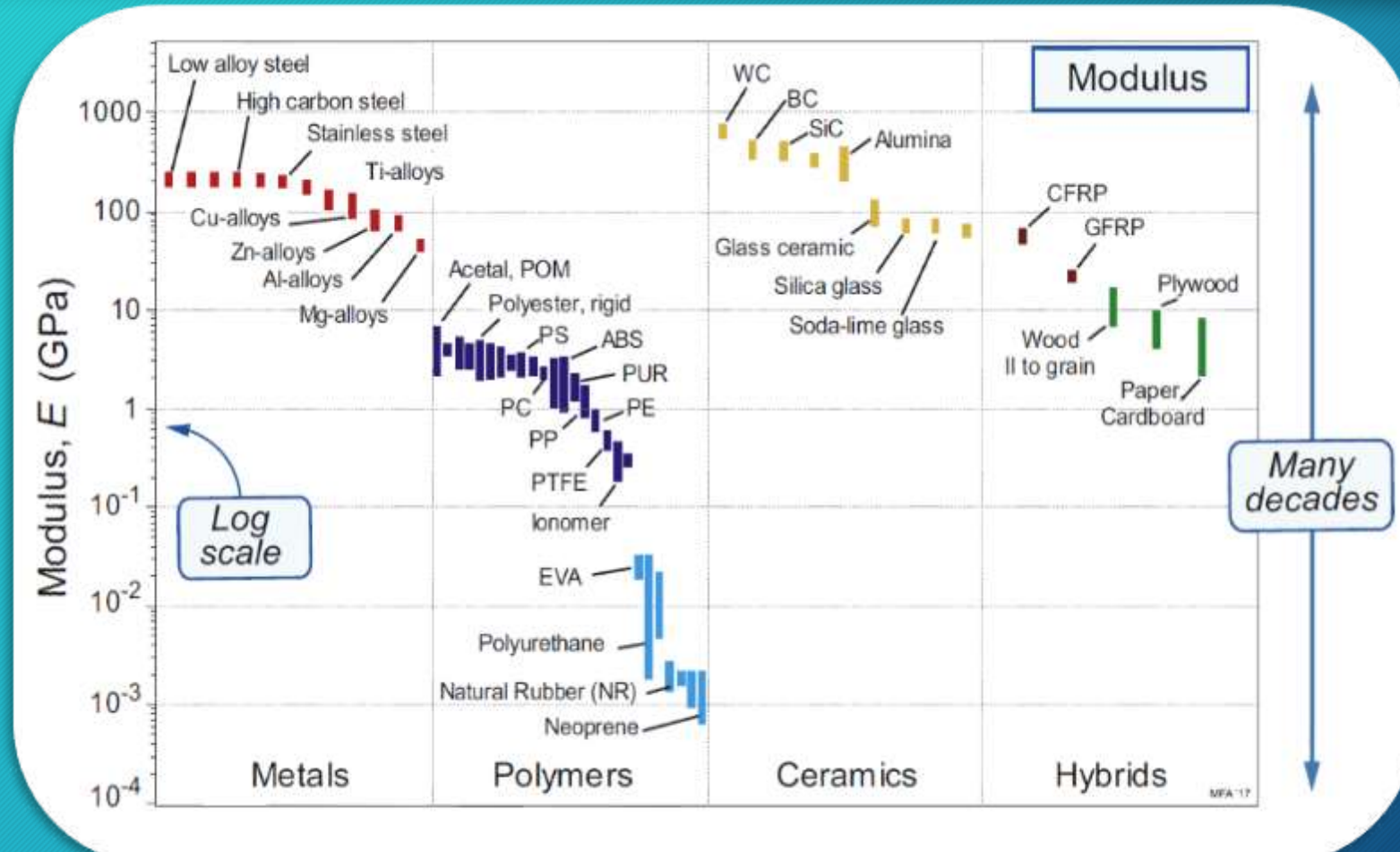
دسته بندی مواد مهندسی



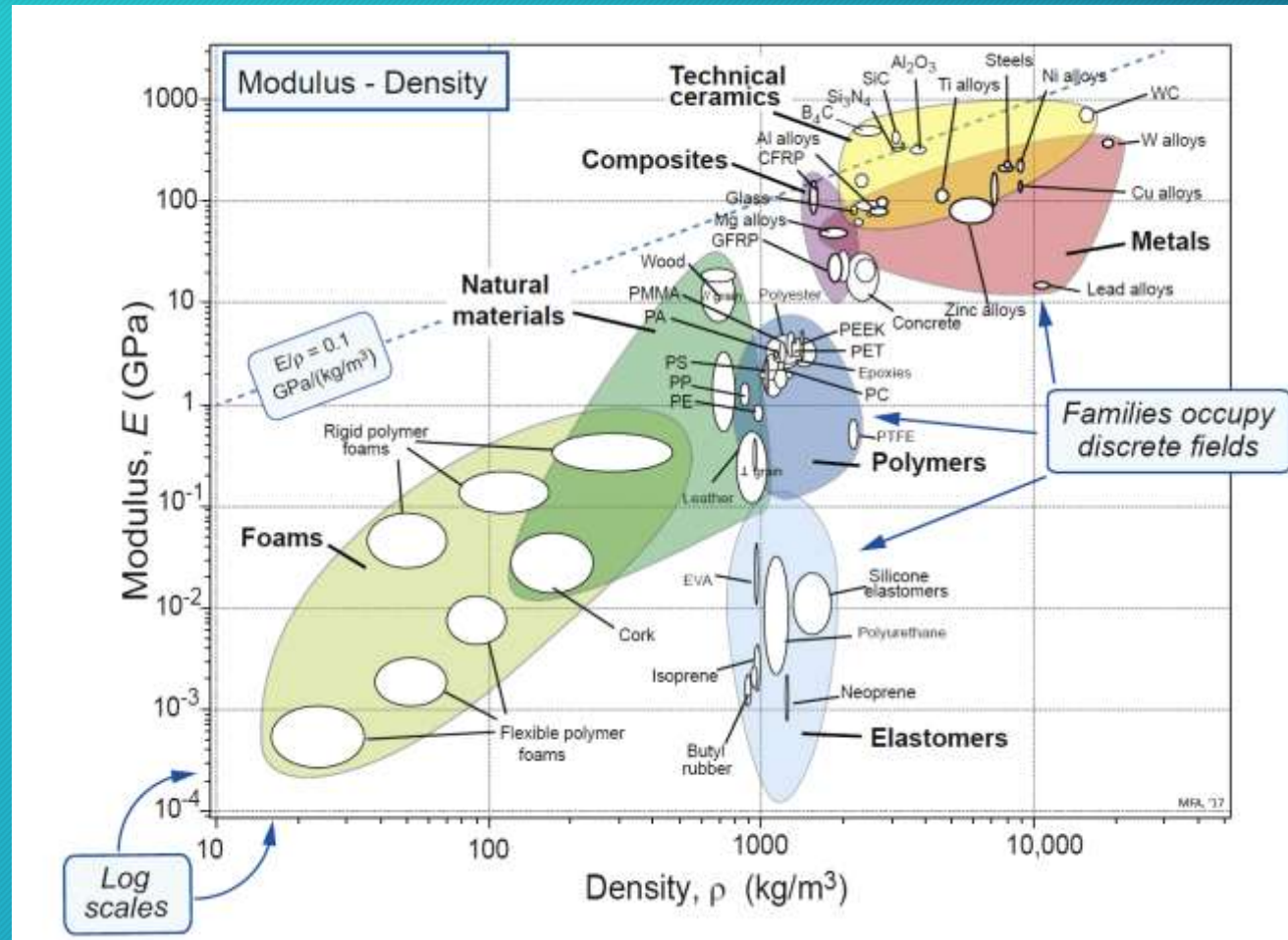
جایگاه و دسته بندی فلزات و آلیاژها



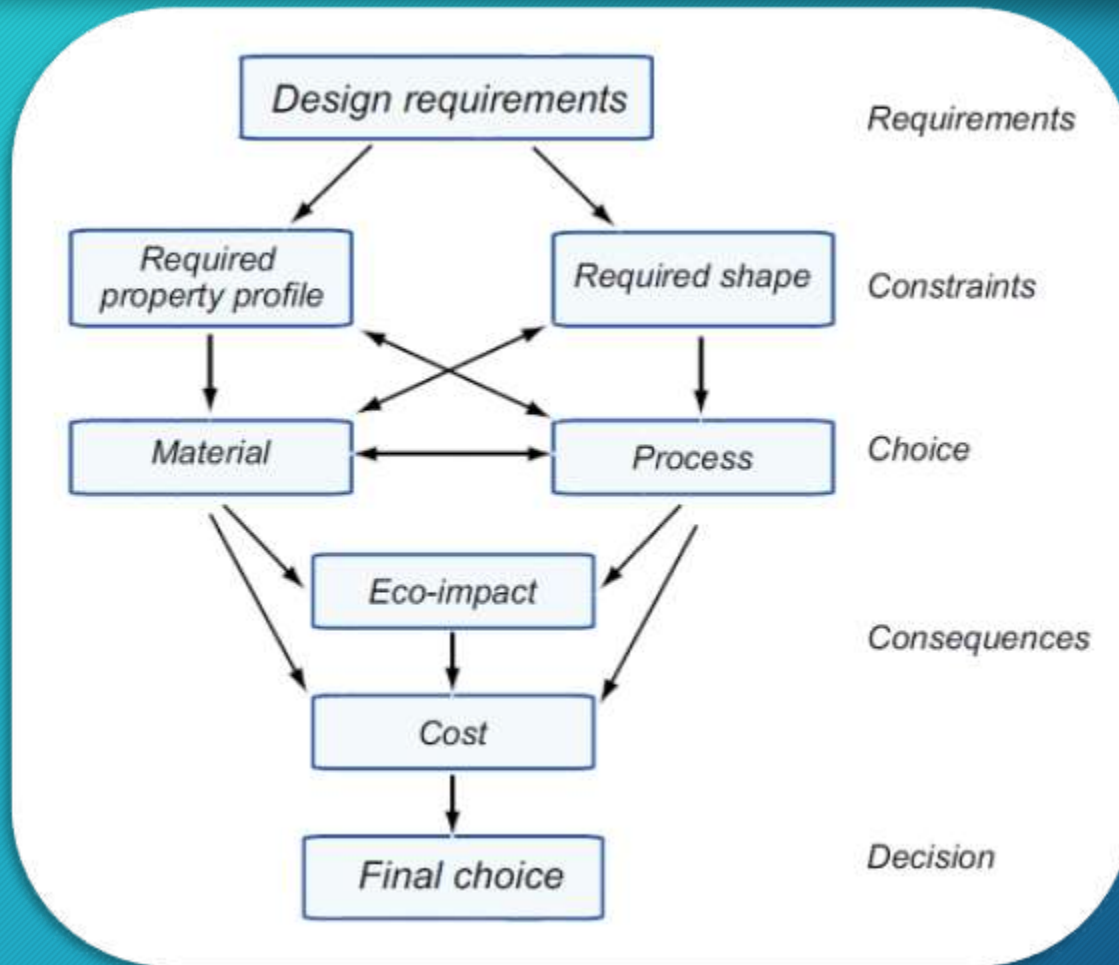
مقایسه فلزات با سایر مواد (مدول الاستیک)



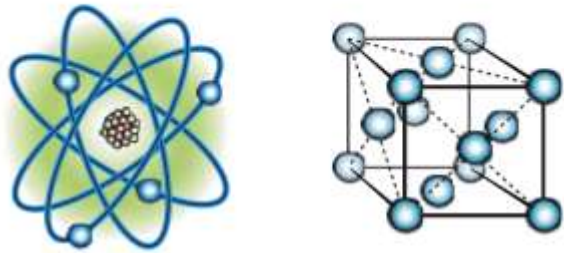
ارتباط مدول الاستیک و چگالی مواد



فرایند انتخاب مواد از طراحی تا انتخاب نهایی

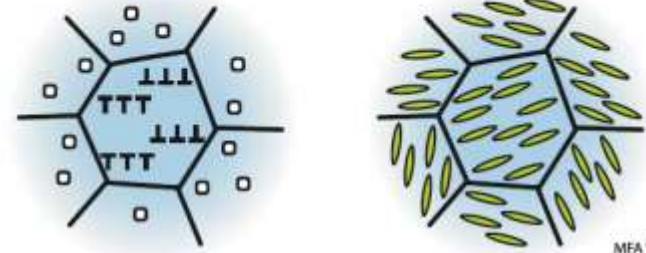


نقش متالورژی فیزیکی



Microstructure-insensitive properties

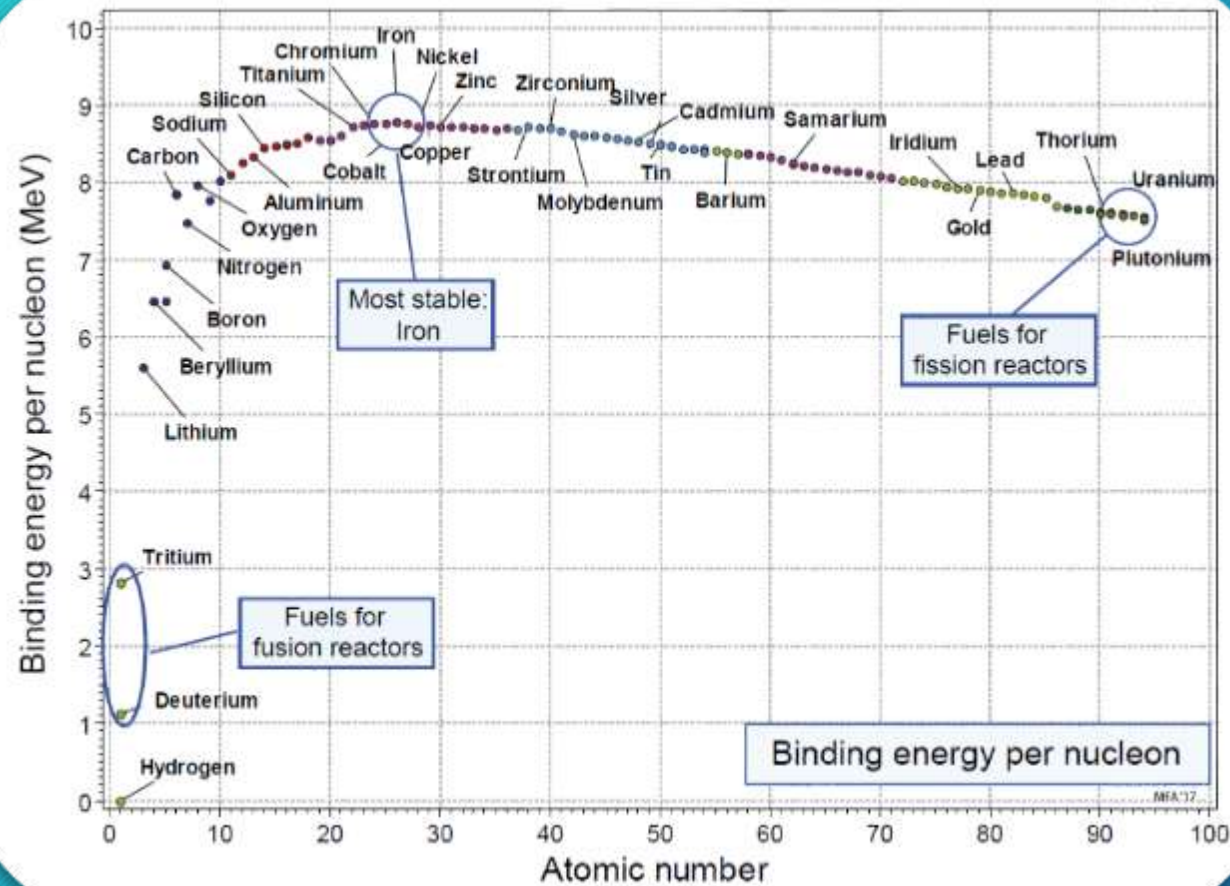
- *Density*
- *Melting point*
- *Modulus*
- *Specific heat*
- *Expansion coefficient*
- *Heat of fusion, heat of vaporization*
- *Saturation magnetization*



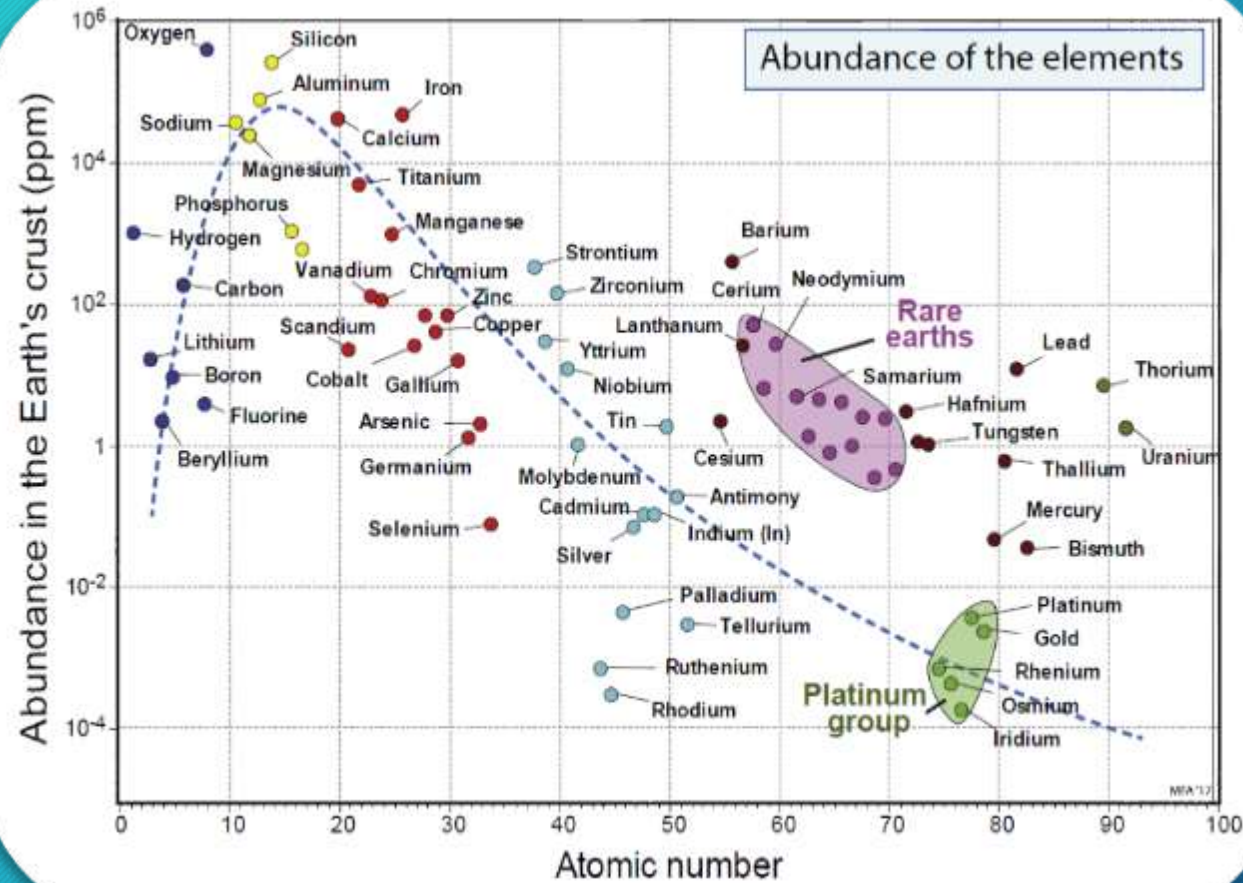
Microstructure-sensitive properties

- *Strength*
- *Toughness*
- *Elongation*
- *Thermal conductivity*
- *Electrical conductivity*
- *Coercive field*
- *Energy product*

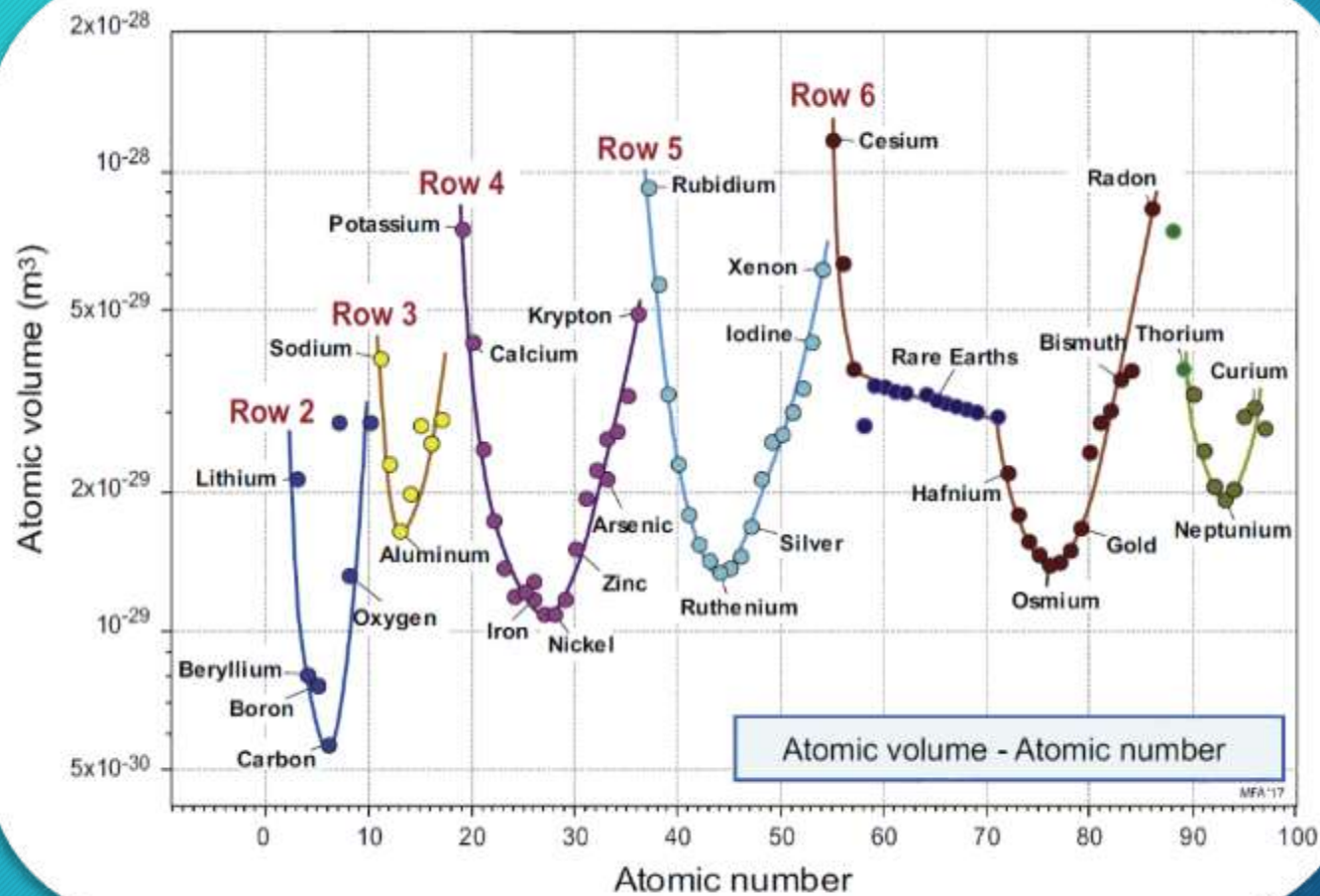
نقش انرژی پیوندی داخلی



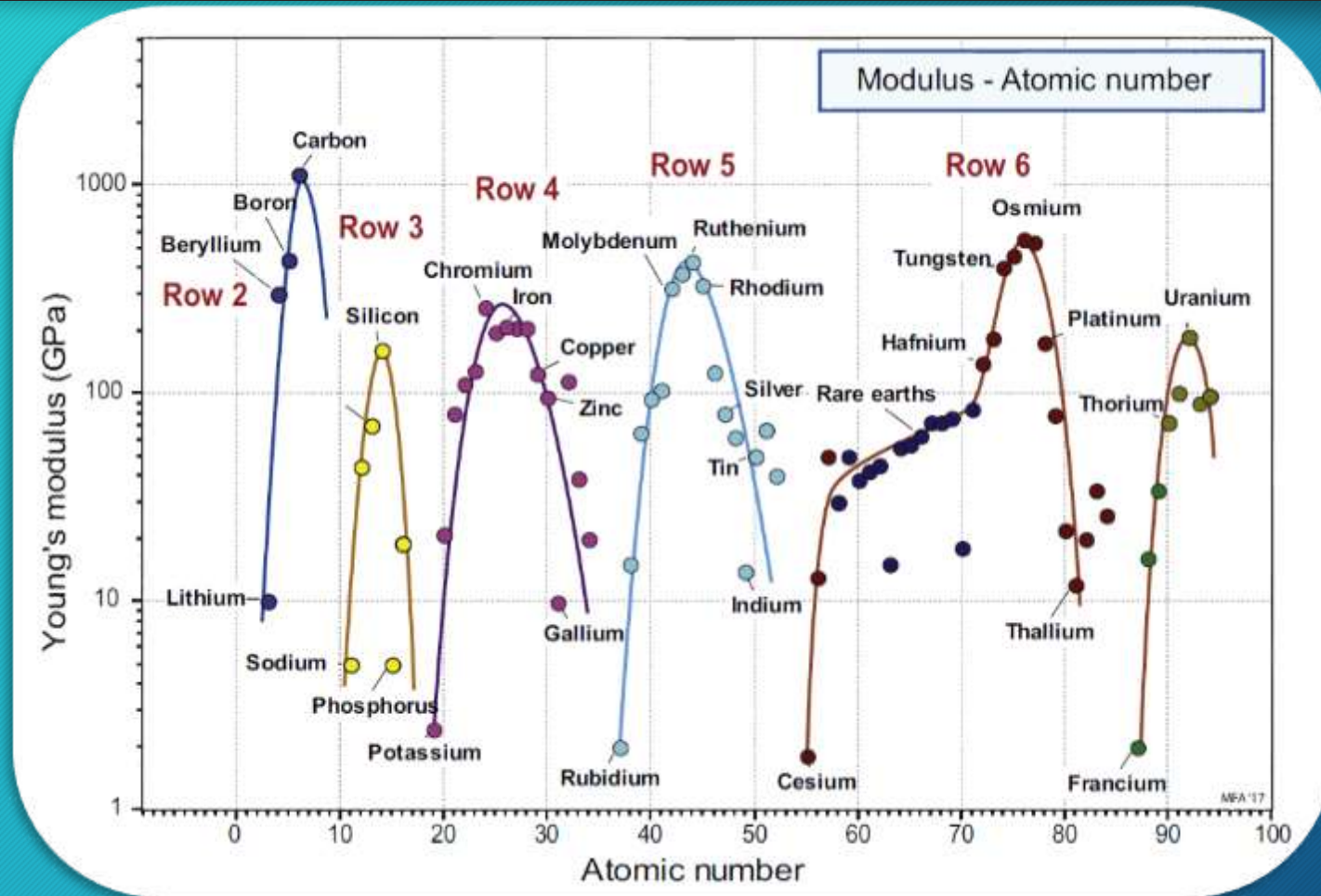
میزان عناصر در پوسته زمین



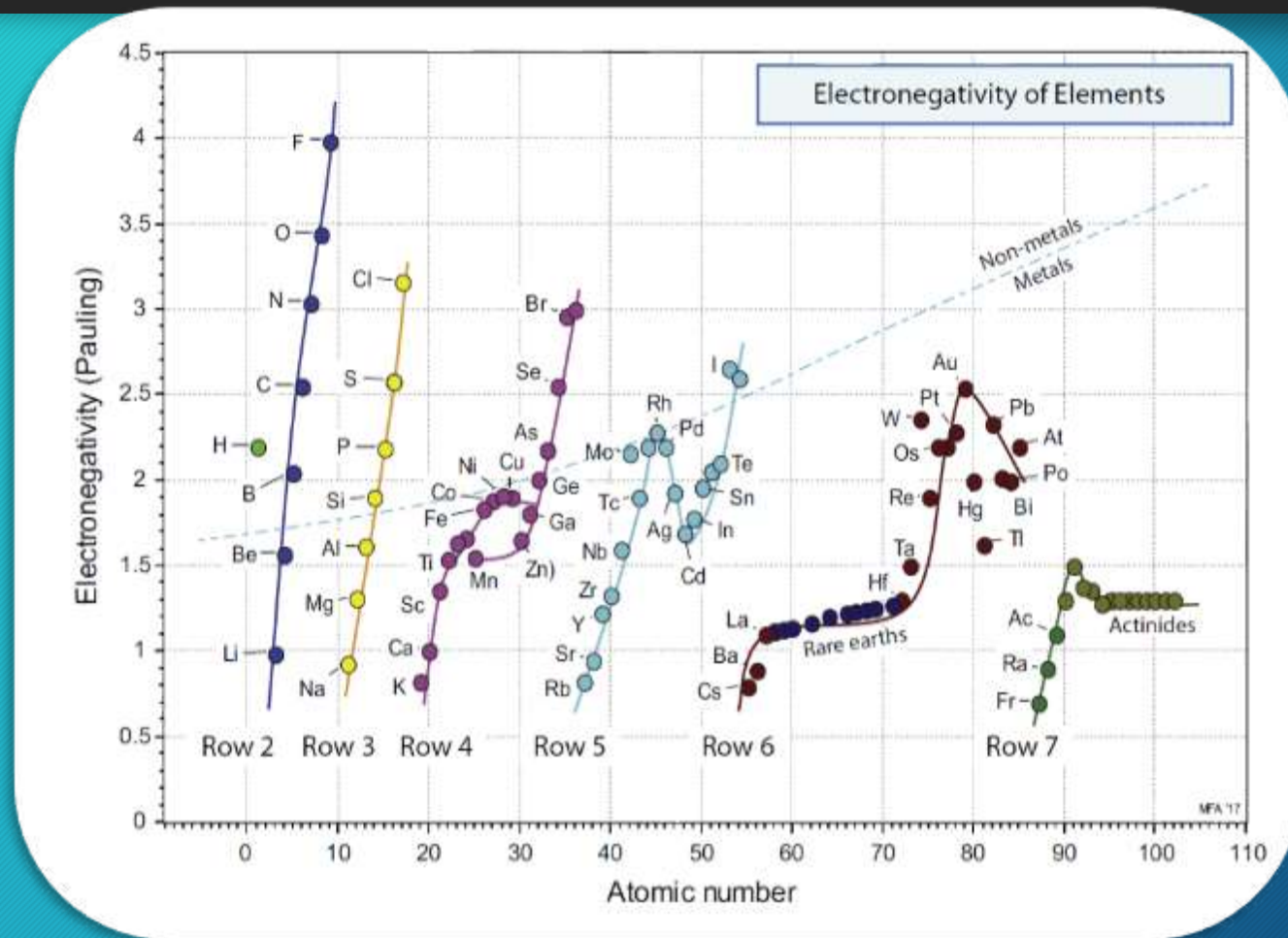
تغییرات حجم اتمی



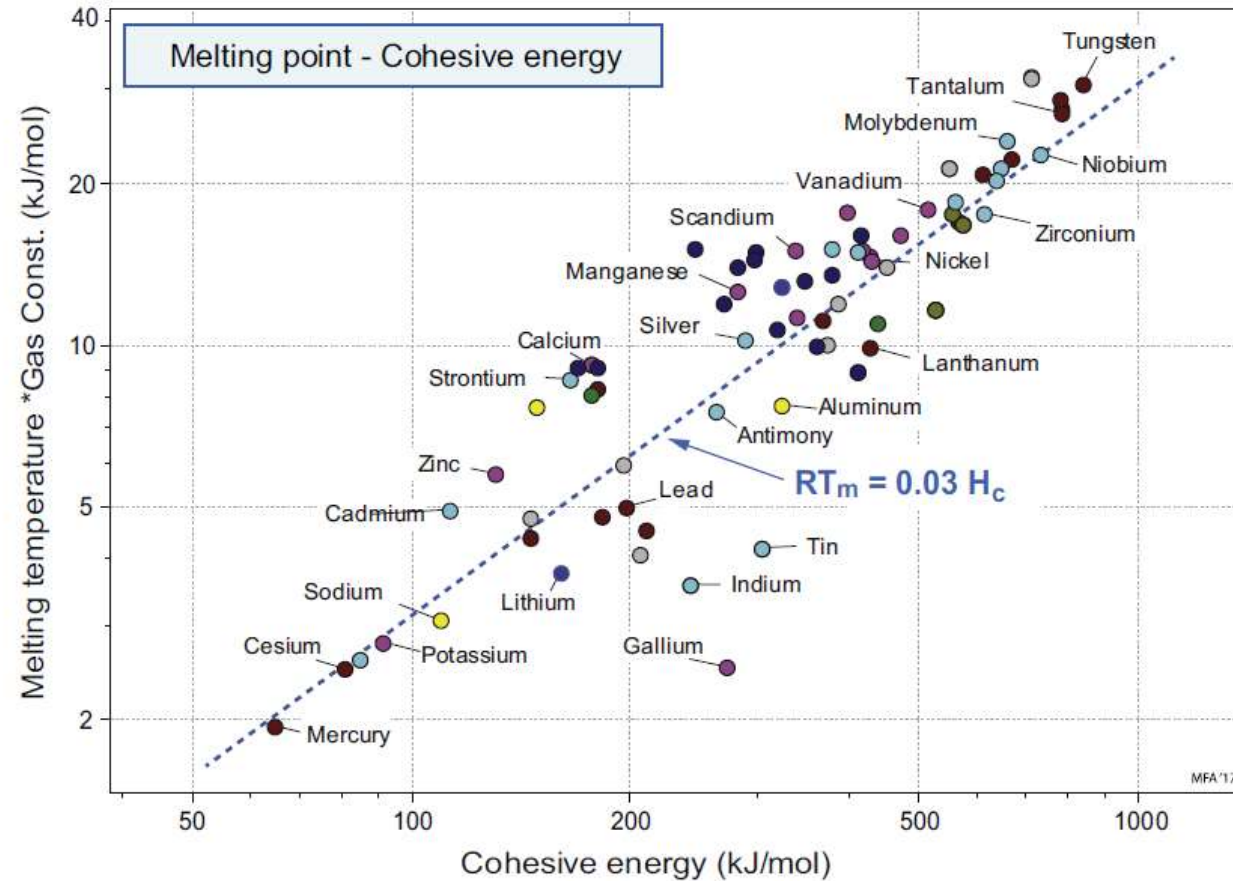
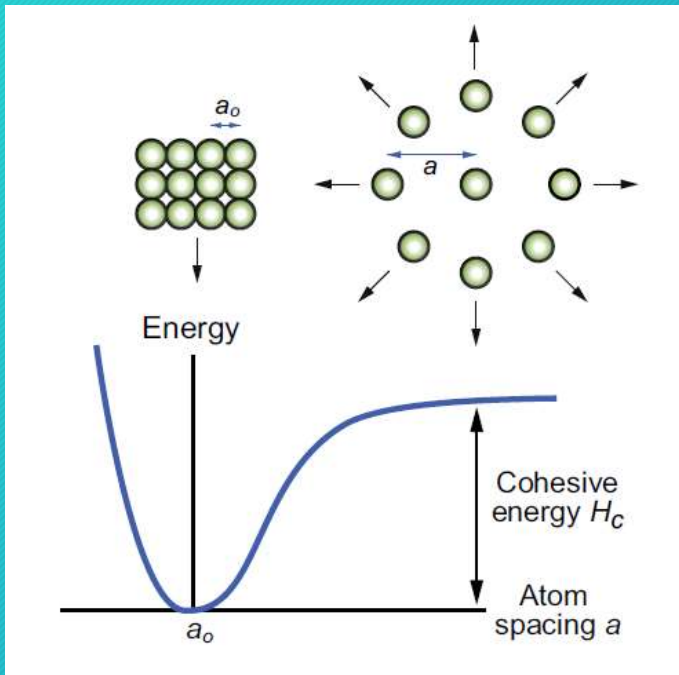
تغییرات مدول یانگ



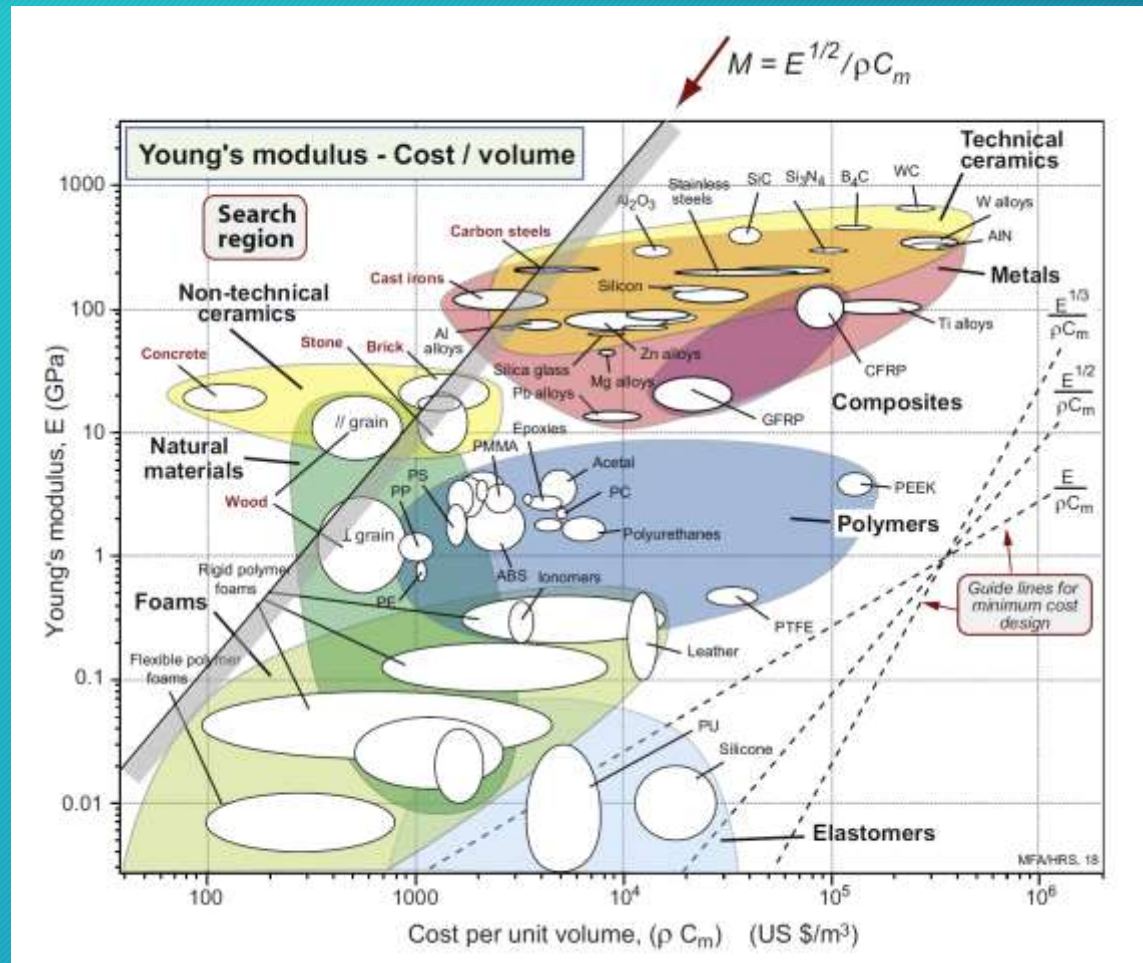
تغییرات الکترونگاتیویته



تغییرات نقطه ذوب



هزینه مواد



مطالعه موردی (case study)



دانشگاه صنعتی اصفهان
Shahrood University
of Technology



کاهش وزن در حدود ۱۰ درصد در مدل جدید



- *iPhone X: 174 grams*
- *iPhone XS: 177 grams*
- *iPhone 11 Pro: 188 grams*
- *iPhone 12 Pro: 189 grams*
- *iPhone 13 Pro: 204 grams*
- *iPhone 14 Pro: 206 grams*
- ***iphone 15 Pro : 187 grams***
- *iPhone XS Max: 208 grams*
- *iPhone 11 Pro Max: 226 grams*
- *iPhone 12 Pro Max: 228 grams*
- *iPhone 13 Pro Max: 240 grams*
- *iPhone 14 Pro Max: 240 grams*
- ***iphone 15 Pro Max: 221 grams***

استفاده از آلیاژ تیتانیم گرید ۵ بجای فولاد زنگ نزن



- استحکام بالا
- چگالی پائین
- زیست سازگاری
- مقاومت به خوردگی
- امکان تغییرات رنگ
- ضریب انبساط حرارتی نزدیک به شیشه

آلیاژ تیتانیوم گرید ۵



دانشگاه صنعتی اصفهان
Shahrood University
of Technology

Grade	Carbon Max	Oxygen Max	Nitrogen Max	Iron Max	Aluminum	Vanadium	Palladium	Molybdenum	Nickel	Hydrogen Max
Grade 1	0.08	0.18	0.03	0.20	...	...	...	...	...	0.015
Grade 2	0.08	0.25	0.03	0.30	...	...	...	...	...	0.015
Grade 3	0.08	0.35	0.05	0.30	...	...	...	...	...	0.015
Grade 4	0.08	0.40	0.05	0.50	...	...	...	...	...	0.015
Grade 5	0.08	0.20	0.05	0.40	5.5-6.75	3.5-4.5	...	...	...	0.015
Grade 7	0.08	0.25	0.03	0.30	...	...	0.12-0.25	...	...	0.015
Grade 9	0.08	0.12	0.03	0.25	2.5-3.5	2.0-3.0	...	...	...	0.015
Grade 11	0.08	0.18	0.03	0.20	...	...	0.12-0.25	...	...	0.015
Grade 12	0.08	0.25	0.03	0.30	...	...	...	0.2-0.4	0.6-0.9	0.015
Grade 16	0.08	0.25	0.03	0.30	...	...	0.04-0.08	...	...	0.015
Grade 17	0.08	0.18	0.03	0.20	...	...	0.04-0.08	...	...	0.015
Grade 18	0.08	0.15	0.03	0.25	2.5-3.5	2.0-3.0	0.04-0.08	...	...	0.015

مقایسه خواص آلیاژهای تیتانیم

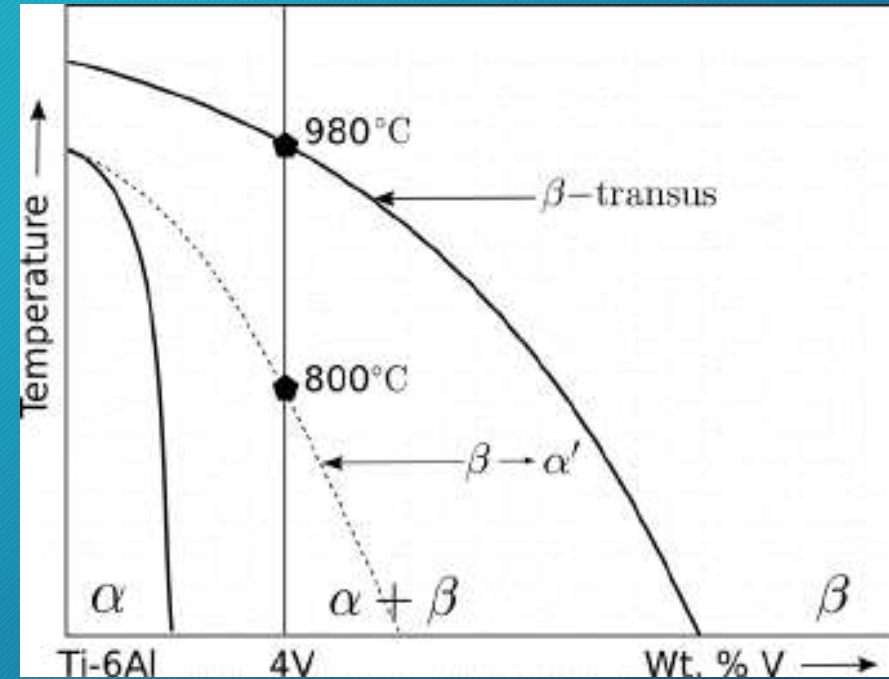
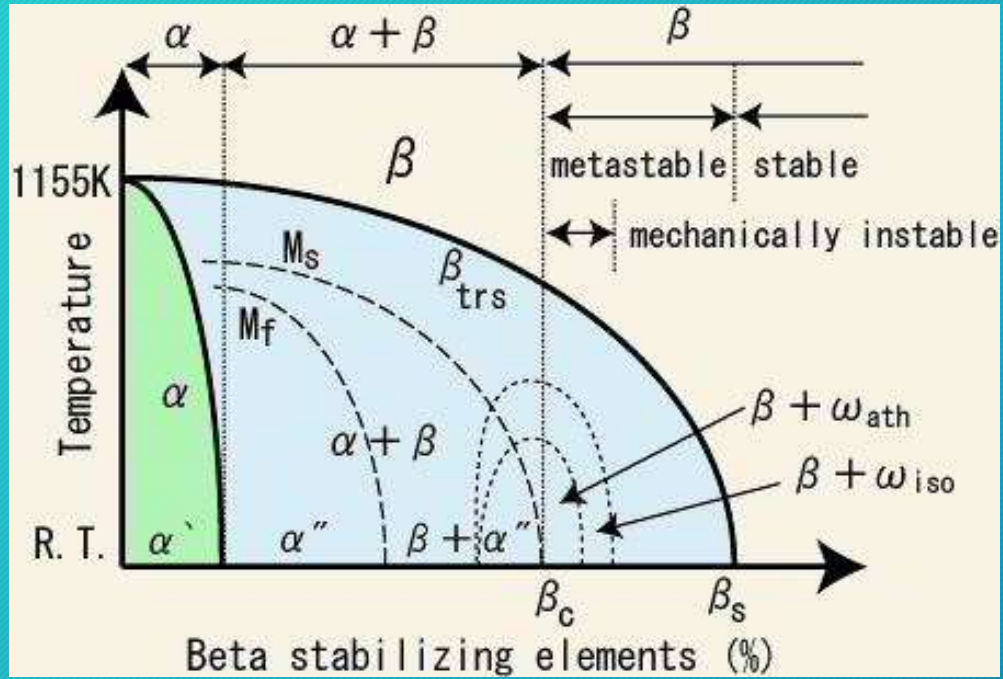


دانشگاه صنعتی اصفهان
Shahrood University
of Technology

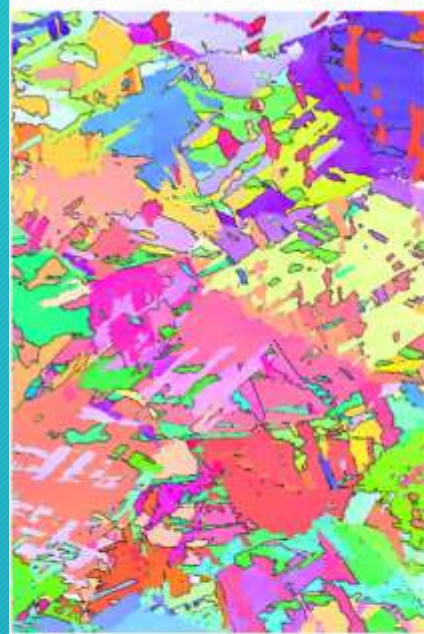
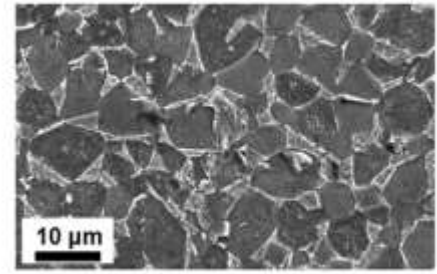
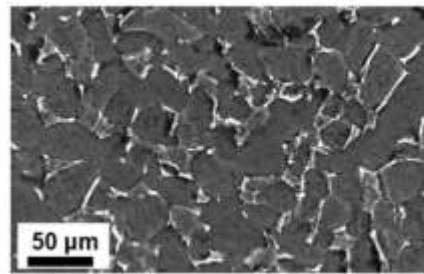
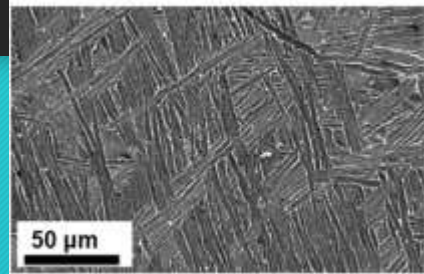
Types o Titanium for Implants	Yield Strength (MPa)	Ultimate Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)	Reference
cpTi grade 1	170	240	24	ASTM F 67 ²³
cpTi grade 2	275	345	20	
cpTi grade 3	380	450	18	
cpTi grade 4	483	550	15	
Ti-6Al-4V grade 5	795	860	10	
UFG Ti grade 2 4 XH + CR (70) ⁽¹⁾	796	877	18	Estrin et al. ²⁰ , Handtrack et al. ²¹
UFG Ti grade 4 TMT + A (6h) ⁽²⁾	1110	1250	13	Truong et al. ¹⁹
UFG Ti grade 4 TMT + A (1h) + W ⁽³⁾	1200	1430	12	Truong et al. ¹⁹
Bone	90-120	90-130	1-4	Saitova et al. ²²

⁽¹⁾ 4 passes ECAP, 300 °C warm-deformed and 70% cold-rolling. ⁽²⁾ 4 passes ECAP, 450 °C warm-deformed, forge-drawing plus 350 °C annealing for 6h.

⁽³⁾ 4 passes ECAP, 450 °C warm-deformed, forge-drawing plus 350 °C annealing for 1h plus 450 °C isothermal straining.



SEM

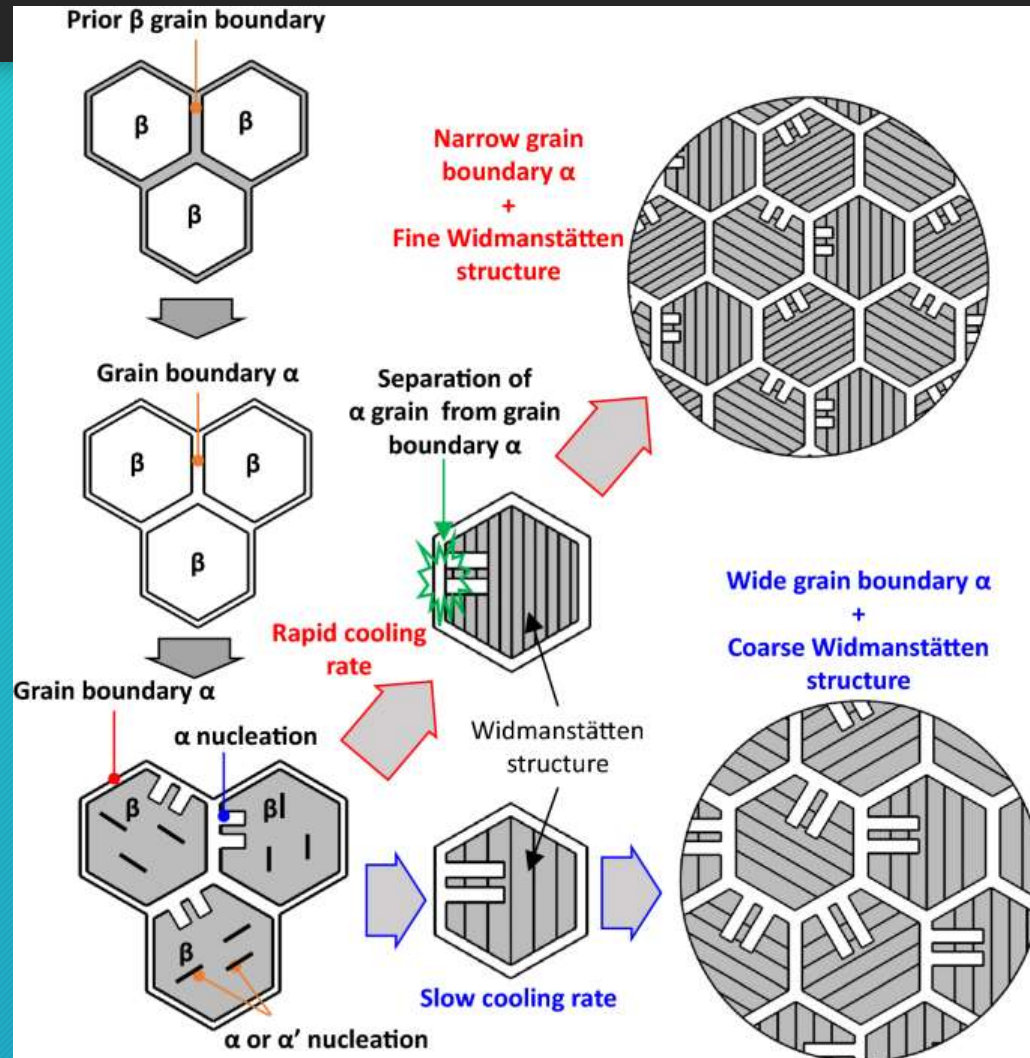


(a) 100 μm

(b) 35 μm

(c) 35 μm

EBSD-IPF maps





Sample ID	Condition	Tensile properties		
		YS (MPa)	UTS (MPa)	EI (%)
Initial equiaxed-alpha microstructure				
1	Initial, annealed: 800 °C/1 h	921 ± 8	992 ± 7	16.2 ± 0.5
2	+LRHT: 4 kW, 3.8 s/WQ	994 ± 12	1062 ± 11	6.8 ± 0.3
3	+LRHTA: 4 kW, 3.8 s/WQ+550 °C, 6 h	1240 ± 11	1254 ± 12	7.9 ± 0.4
4	+LRHT: 4 kW, 4 s/WQ	1180 ± 9	1193 ± 10	4.8 ± 0.3
5	+LRHTA: 4 kW, 4 s/WQ+550 °C, 6 h	1247 ± 11	1285 ± 10	6.3 ± 0.4
6	Bulk RHT+aging [5]	1260	1300	8.3
Initial colony-alpha microstructure				
7	Initial, annealed: 1050 °C, 1 h/FC	867 ± 6	933 ± 7	9.1 ± 0.6
8	+LRHT: 4 kW, 5 s/WQ	885 ± 8	941 ± 9	3.2 ± 0.3
9	+LRHTA: 4 kW, 5 s/WQ+550 °C, 6 h	1190 ± 8	1205 ± 7	5.8 ± 0.4
10	+double LRHT: 4 kW, 5 s/WQ	879 ± 7	952 ± 7	5.0 ± 0.3
11	+double LRHTA: 4 kW, 5 s/WQ+550 °C, 6 h	1186 ± 11	1199 ± 12	6.5 ± 0.5

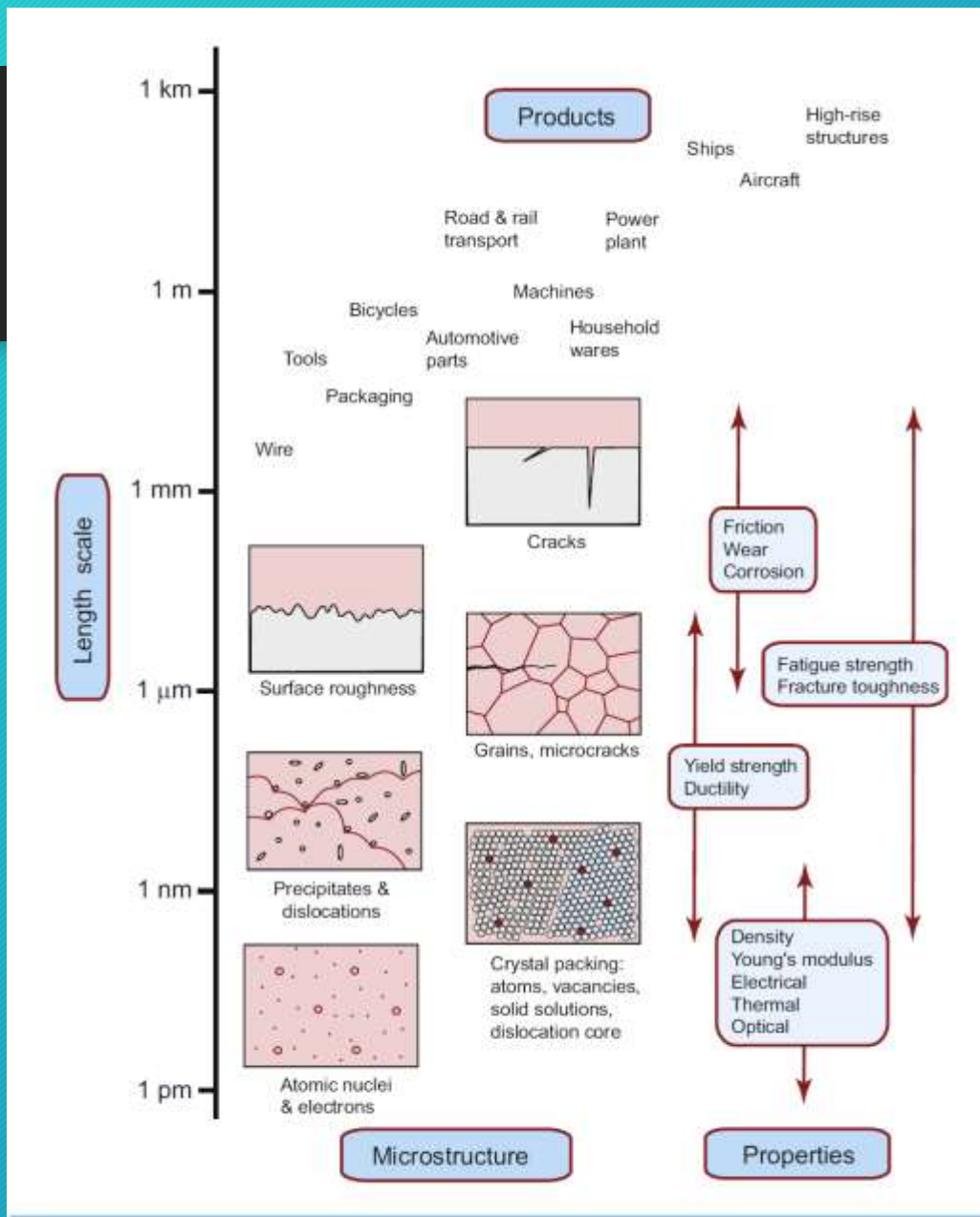
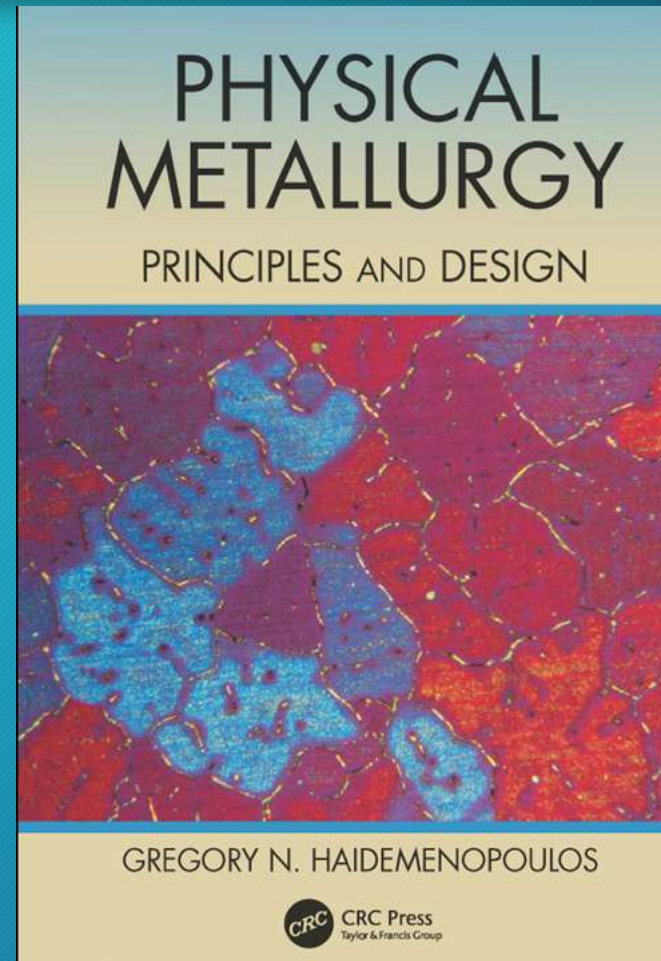
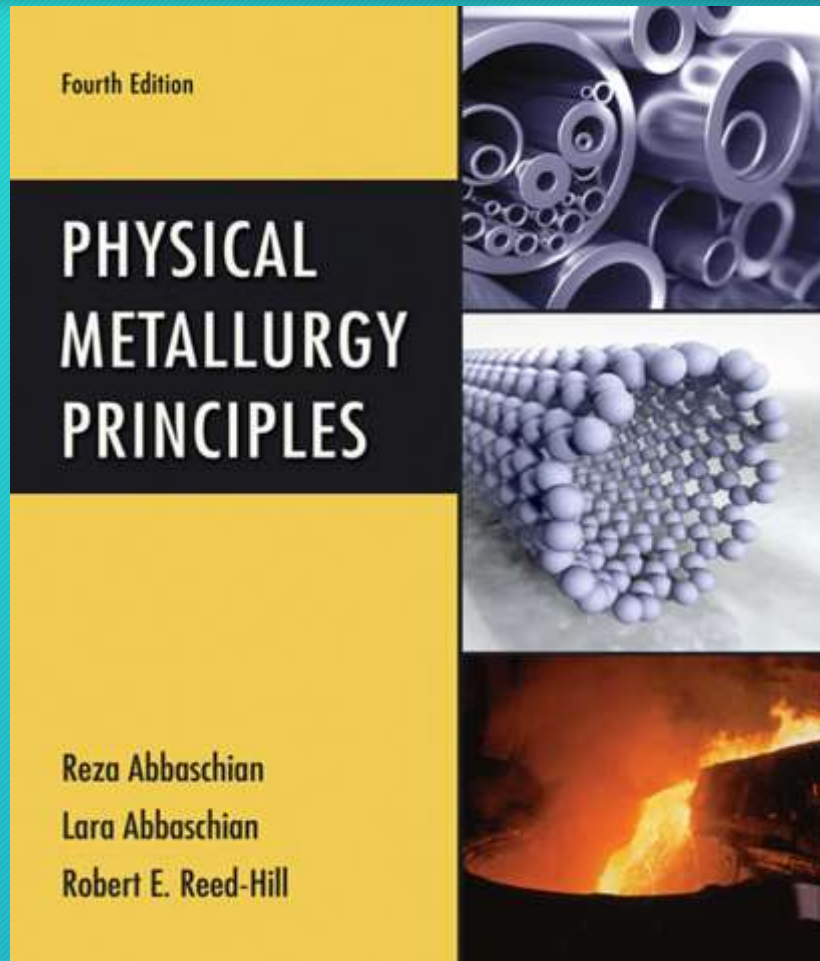


Figure C1. Microstructural features in metals, showing their length scale and the properties which they determine. Each interval on the length scale is a factor of 1000.

مرجع درس





آزمون ها

آزمون اول :	۲ آبان ماه	۲ نمره
آزمون دوم:	۷ آذرماه	۲ نمره
آزمون سوم:	۵ دی ماه	۲ نمره
پایان ترم :	۴ بهمن	۱۲ نمره
تکالیف و حل تمرین:		۲ نمره