



بنام خدا

آشنایی با تاریخچه و مبانی مهندسی مواد و متالورژی

دکتر محمد مهدی خرمی راد

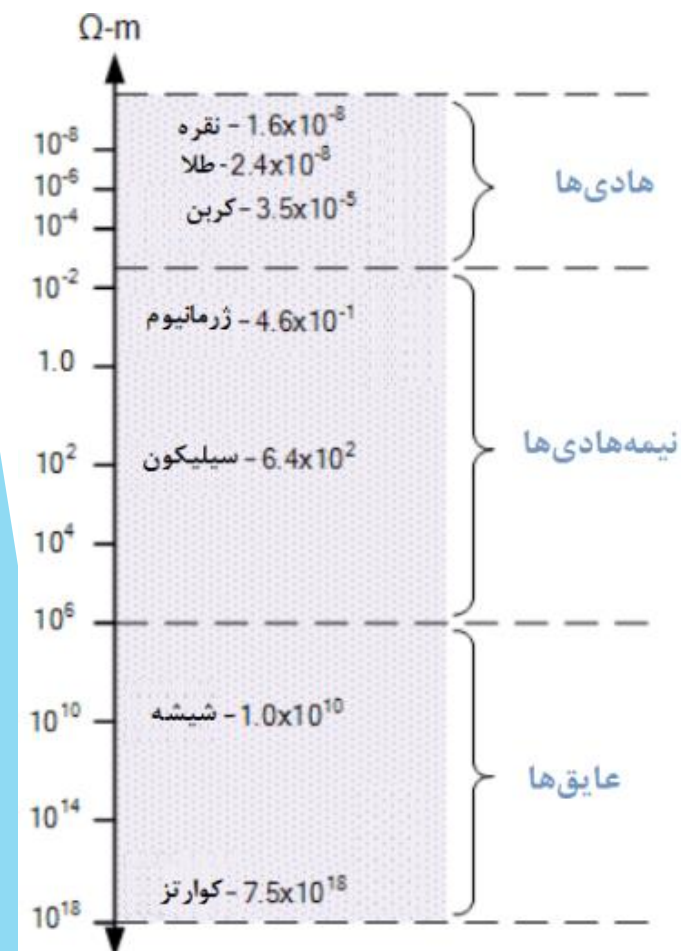
mm.Khorramirad@semnan.ac.ir

<https://mmkhorramirad.profile.semnan.ac.ir/>

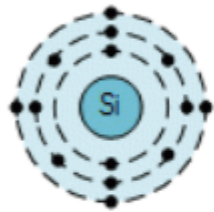


مواد نیمه‌رسانا مانند سیلیکون (Si)، ژرمانیم (Ge) و گالیم آرسنید (GaAs)، دارای خواص الکتریکی در جایی در وسط، یعنی بین خواص “رسانا” و “عایق” می‌باشند. آنها هادی و عایقی خوب نیستند، از این رو نام آنها، “نیمه‌رسانا” است.

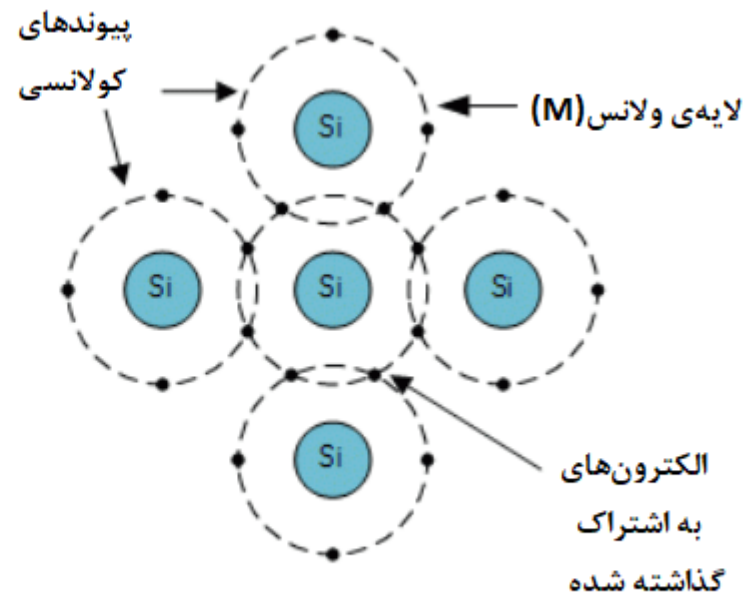
توانایی نیمه‌هادی‌ها در هدایت الکتریسیته را می‌توان با جایگزینی یا افزودن اتم‌های دهنده یا گیرنده‌ی خاصی به این ساختار بلوری و تولید الکترون‌های آزاد بیشتر از حفره‌ها یا برعکس، تا حد زیادی، بهبود بخشید. این امر، با افزودن درصد کمی از عنصر دیگر به مواد پایه سیلیکون یا ژرمانیم امکان‌پذیر است.



یک اتم سیلیکون
عدد اتمی = "14"



اتم سیلیکون، ۴ الکترون را در لایه‌ی
والانس خارجی، نشان می‌دهد



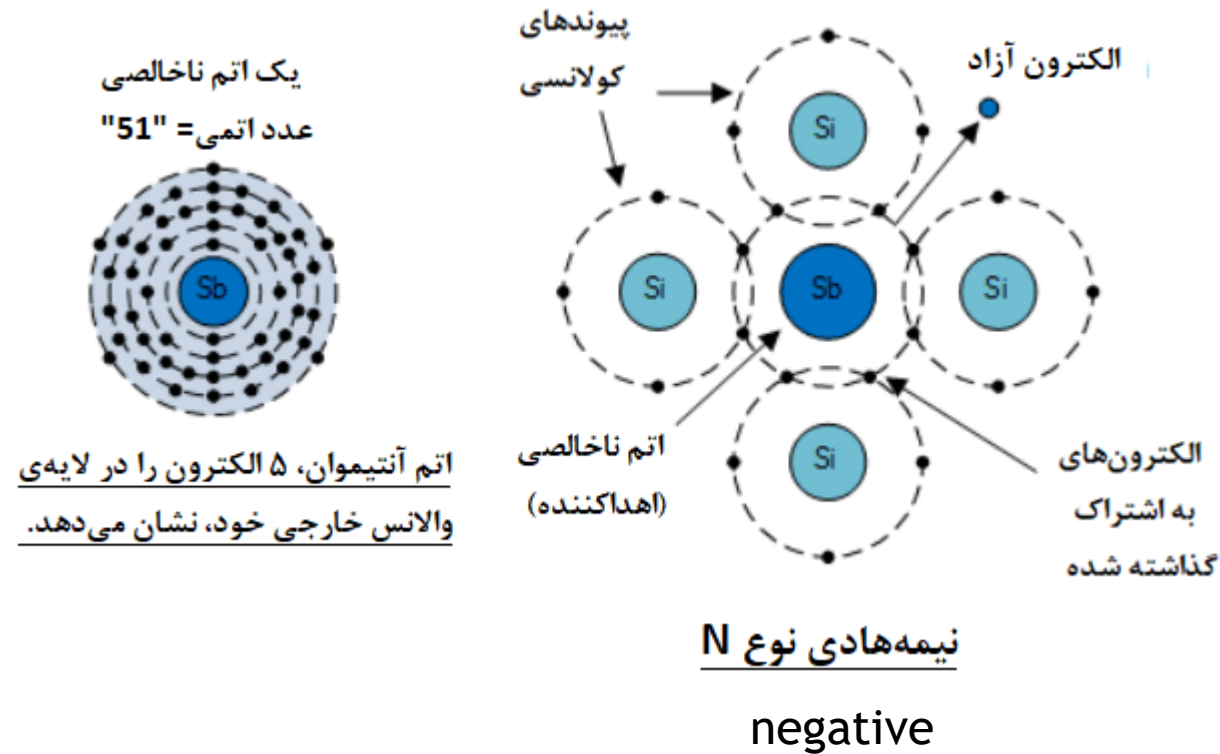
شبکه‌ی کریستالی سیلیکون

جدول تناوبی نیمه هادی ها

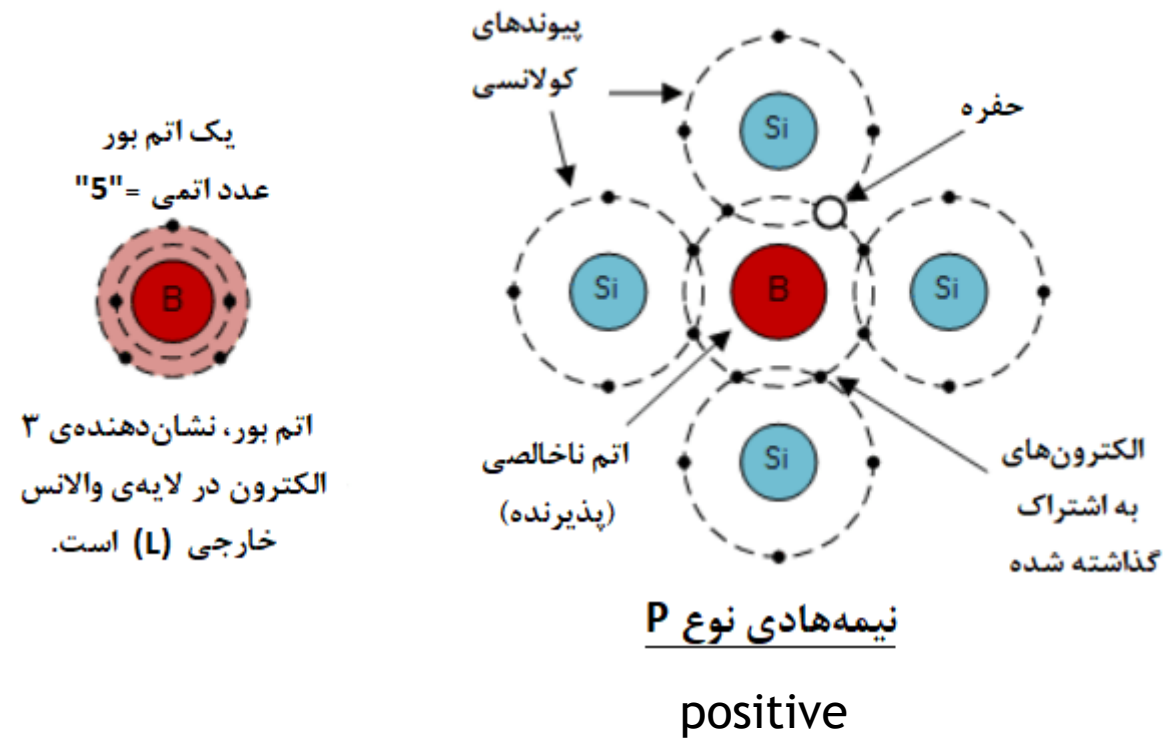
عناصر گروه ۱۳	عناصر گروه ۱۴	عناصر گروه ۱۵
۳ الکترون در لایه خارجی (بار مثبت)	۴ الکترون در لایه خارجی (بار خنثی)	۵ الکترون در لایه خارجی (بار منفی)
(5) بور (B)	(6) کربن (C)	
(13) آلومینیوم (Al)	(14) سیلیکون (Si)	(15) فسفر (P)
(31) گالیم (Ga)	(32) ژرمانیوم (Ge)	(33) آرسنیک (As)
		(51) آنتیموان (Sb)

□ نیمه هادی ها

آنتیموان (Sb) و فسفر (P) اغلب به عنوان افزون شونده پنج ظرفیتی برای سیلیکون، استفاده می شود.



بور (B) معمولاً به عنوان یک افزون شونده سه ظرفیتی مورد استفاده قرار می گیرد



کاربرد نیمه رساناها در صنعت الکترونیک بسیار زیاد و متنوع است. برخی از این کاربردها عبارتند از:

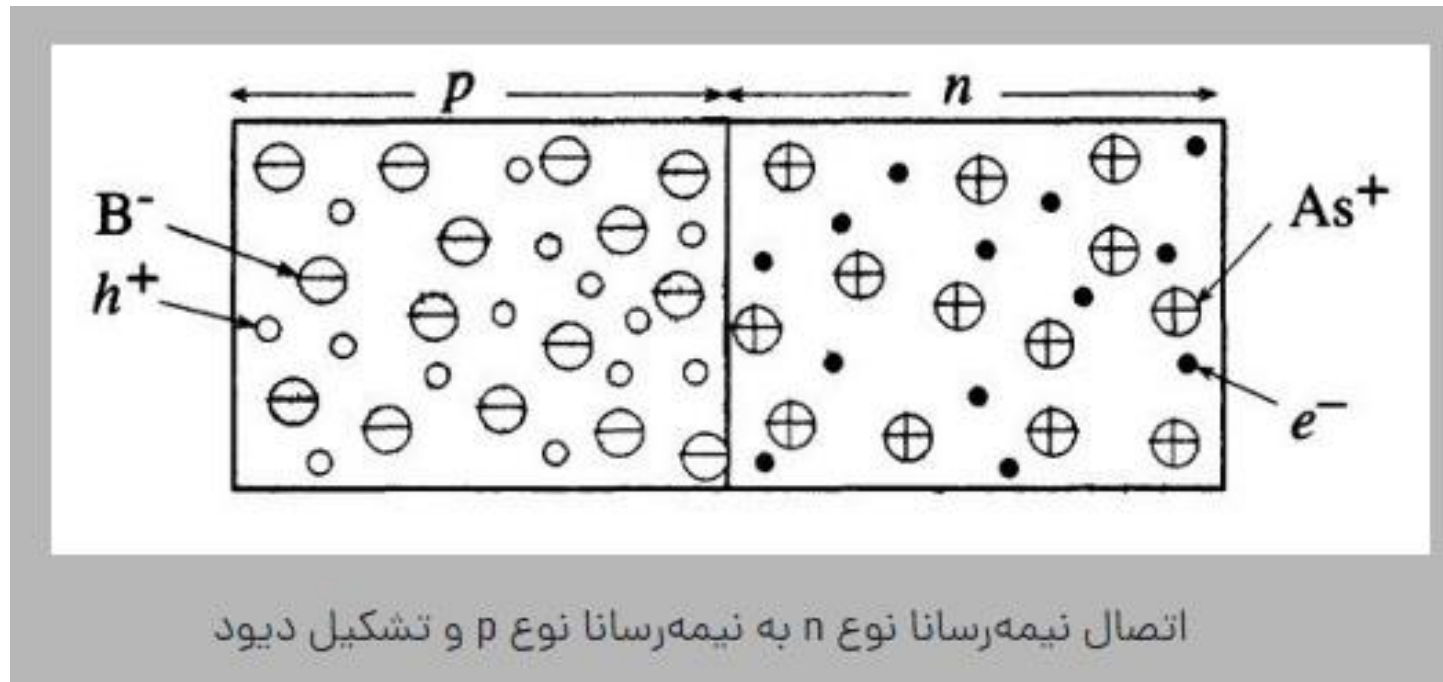
• **ساخت ادوات الکترونیکی:** نیمه رساناها از مواد اصلی برای ساخت قطعات الکترونیکی مانند دیود، ترانزستور، آی سی، LED، فتودیود، لیزر و غیره هستند. این قطعات در بسیاری از دستگاه ها و مدارهای الکترونیکی مانند رادیو، تلویزیون، رایانه، تلفن و دوربین استفاده می شوند.

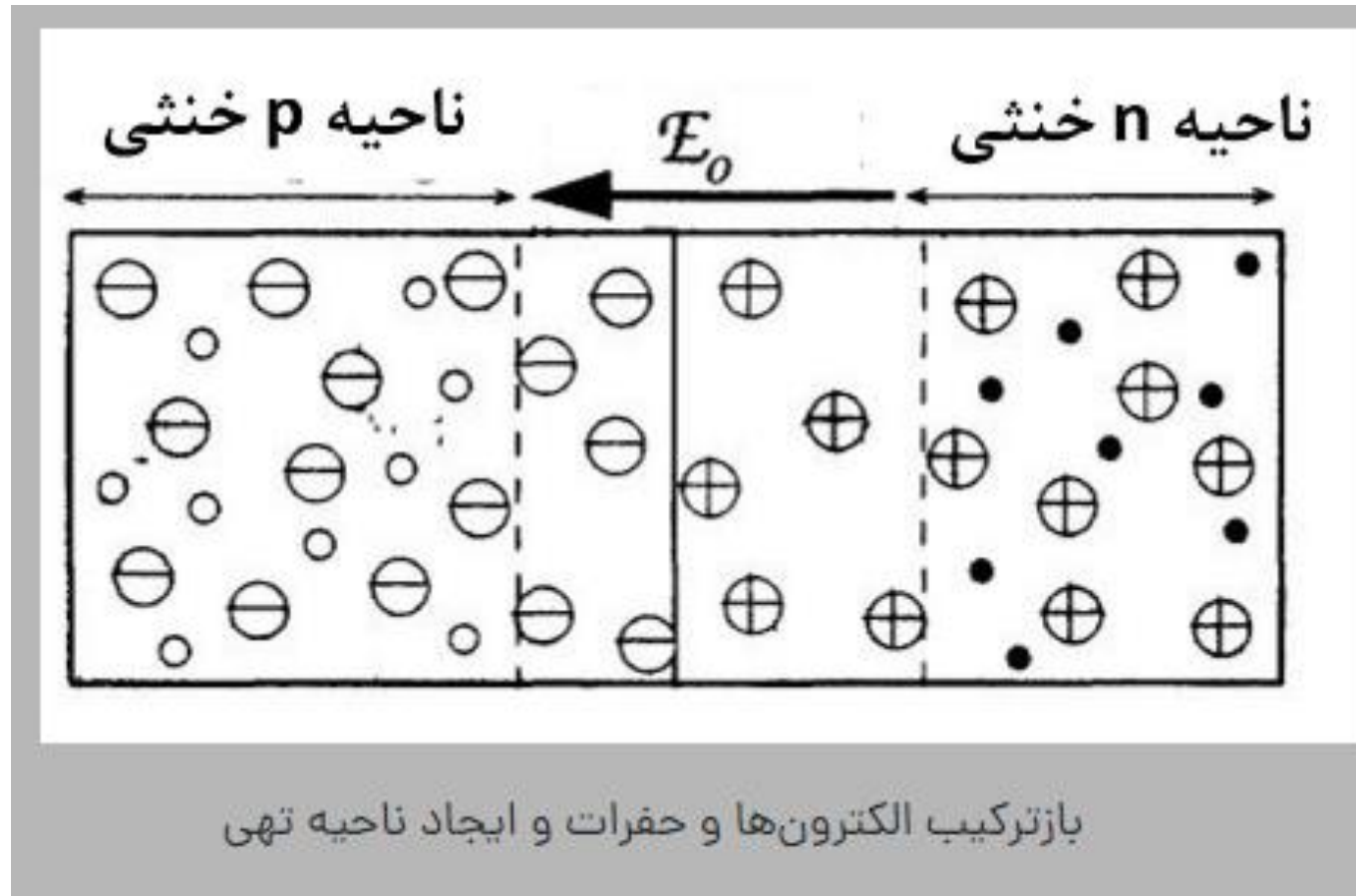
• **تولید انرژی:** نیمه رساناها می توانند به عنوان مبدل های انرژی عمل کنند. برای مثال، صفحات فتوولتائیک خورشیدی که از نیمه رسانای دوپ شده ساخته شده اند، میتوانند نور خورشیدی را به جریان الکتریکی تبدیل کنند. یا ترموالکتریک هایی که از نیمه رسانای دوپ شده ساخته شده اند، میتوانند تفاضل دمای دو سطح را به جریان الکتریکی تبدیل کنند.

• **حسگری:** نیمه رسانای حساس به نور، یک حسگر است که با دریافت نور، جریان الکتریکی تولید میکند. این حسگر در دوربین های دیجیتال، سلول های فوتودیود و غیره استفاده میشود. یک حسگر دماسنج نیمه رسانا است که با تغییر دما، مقاومت الکتریکی خود را تغییر میدهد. این حسگر در تجهیزات پزشکی، صفحات نمایشگر و غیره استفاده می شود.

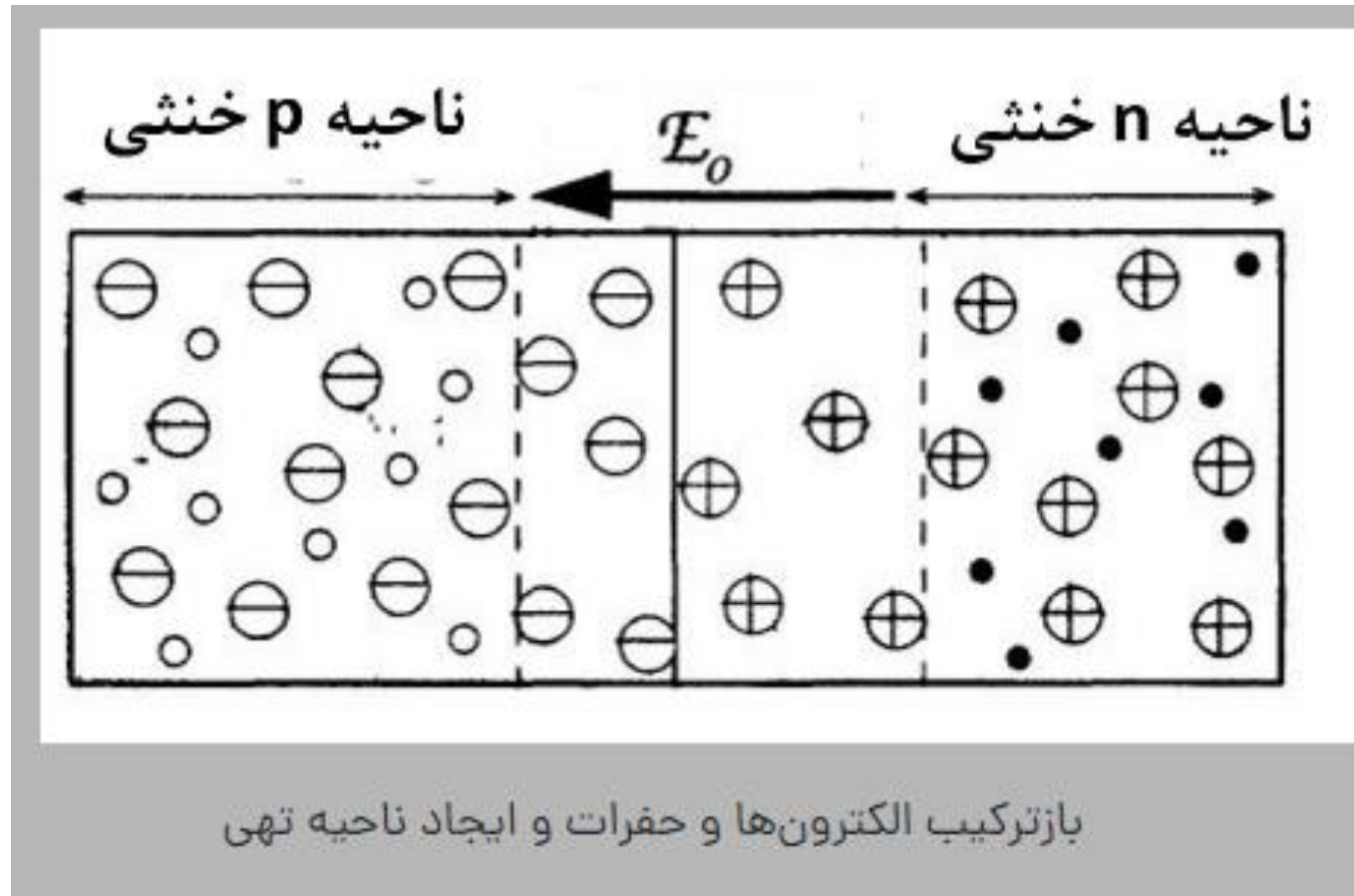
□ نیمه هادی ها

دیود از اتصال یک نیمه رسانا نوع n به یک نیمه رسانا نوع p تشکیل شده است. وظیفه دیود در مدار، یکسوسازی جریان الکتریکی است. یعنی با کنترل آن می توان تعیین نمود که جریان برقرار باشد یا نباشد.

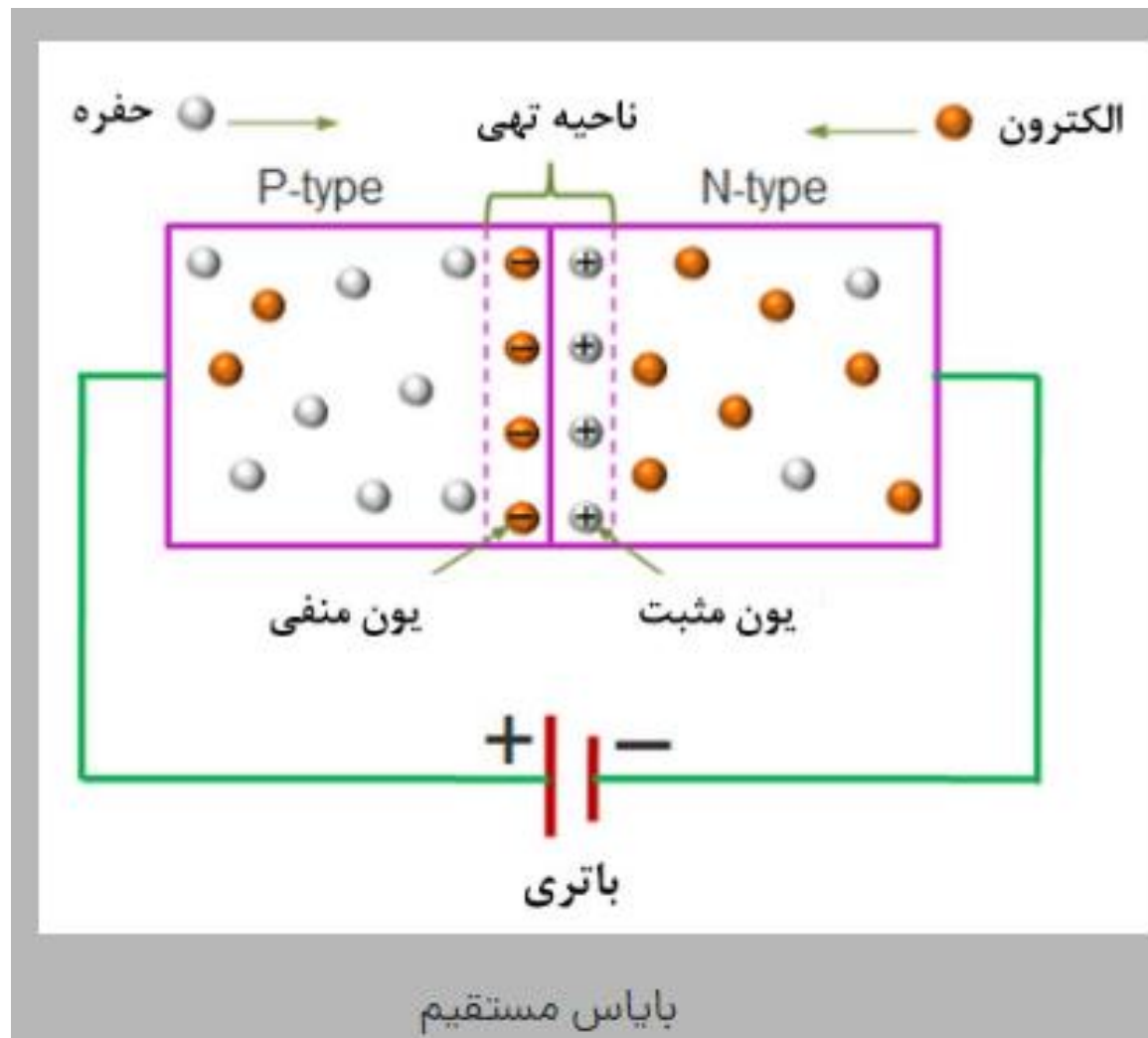




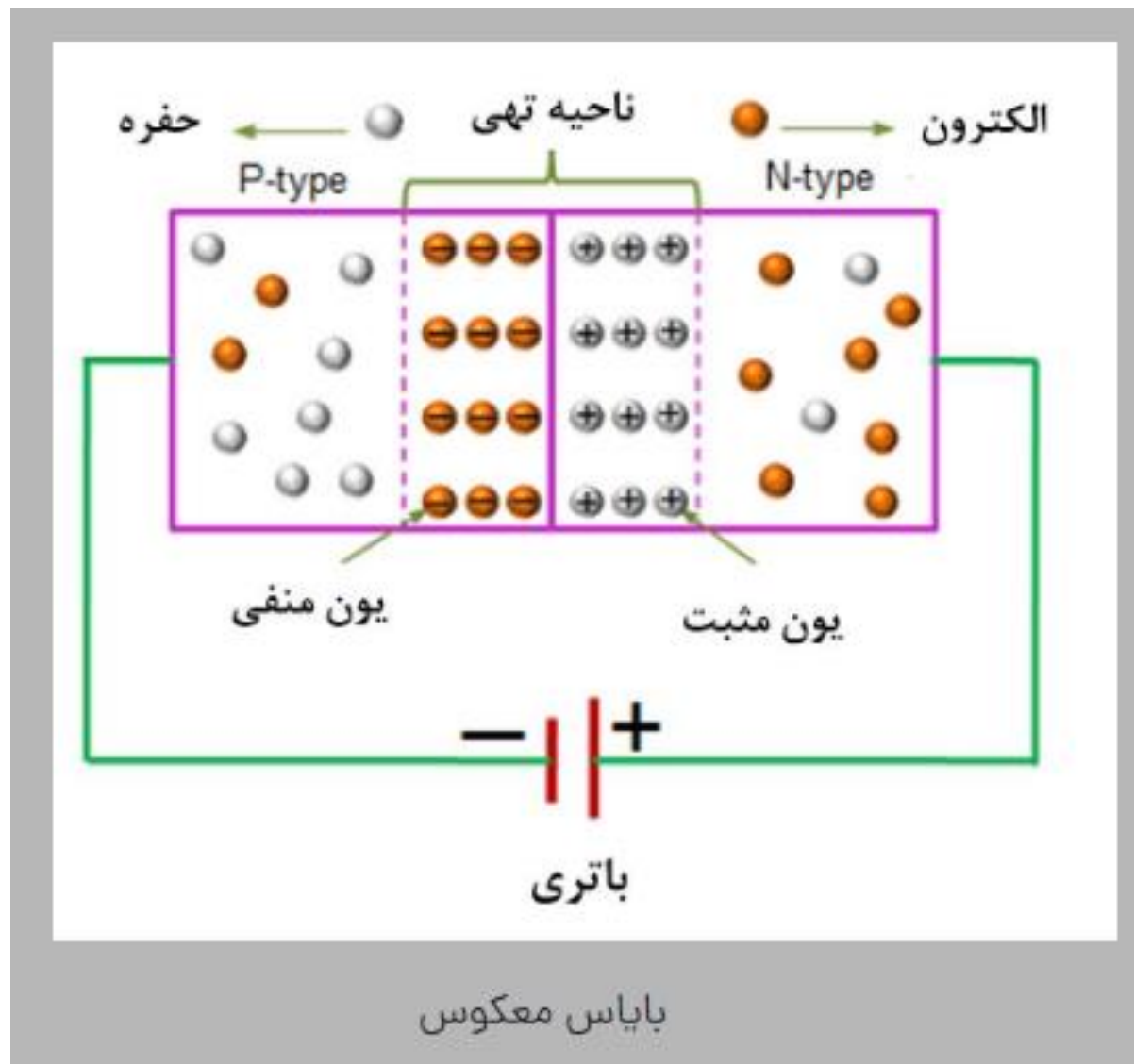
پس از باز ترکیب الکترون ها و حفرات نزدیک سطح اتصال، ناحیه ای به وجود می آید که به آن ناحیه تهی گفته می شود. در این ناحیه هیچ گونه الکترون و حفره ای وجود ندارد و به همین دلیل به آن ناحیه تهی گفته می شود.



باتوجه به اینکه هر کدام از نیمه رساناهای نوع p و n به کدام قطب یک منبع ولتاژ خارجی وصل شوند، می توان تعیین نمود که جریان در مدار برقرار شود یا خیر. (بایاس مستقیم و معکوس در واقع به نحوه اتصال نیمه رساناها به منبع ولتاژ مربوط هستند)



به علت وجود باتری، میدان الکتریکی خارجی از قطب مثبت به سمت قطب منفی ایجاد می‌شود، یعنی از سمت نیمه‌رسانای نوع p به سمت نیمه‌رسانای نوع n. میدان الکتریکی خارجی در خلاف جهت میدان الکتریکی داخلی ایجاد شده است و باعث تضعیف آن شده است. در نتیجه این امر ناحیه تهی کوچک می‌شود.



میدان الکتریکی خارجی نیز در جهت میدان الکتریکی داخلی است و در نتیجه یک میدان الکتریکی قوی از سمت نیمه رسانای نوع n به سمت نیمه رسانای نوع p به وجود می آید و ناحیه تهی بزرگتر می شود.



□ بیو مواد (مواد زیستی)

زیست ماده یا بیومتریال (Biomaterial) به ماده‌ای با منشأ مصنوعی یا طبیعی گفته می‌شود، که به منظور بهبود، درمان، التیام یا جایگزینی بافت موجودات زنده به کار می‌رود.

علم بیومتریال تلفیقی از علوم مهندسی مواد، مهندسی بافت، شیمی و زیست‌شناسی (بیولوژی) است و هدف آن طراحی و اصلاح مواد مهندسی برای ساخت قطعاتی است که بتوانند عملکرد اعضای آسیب دیده از بدن را بازیابی کنند.

بیومتریال می‌تواند به صورت فلزی، پلیمری، سرامیکی یا ترکیبی از این مواد باشند که تحت عنوان کامپوزیت شناخته می‌شوند

□ بیو مواد (مواد زیستی)

آهن، کروم، کبالت، نیکل، تیتانیوم، تانتالیم، مولیبدن و تنگستن فلزهای زیست تخریب ناپذیری هستند که معمولاً در تولید ایمپلنت ها استفاده می شوند.



□ بیو مواد (مواد زیستی)

آلومینا و زیرکونیا رایج ترین سرامیک هایی هستند که زیست خنثی هستند و در ساخت تجهیزات پزشکی قابل کاشت، به خصوص ایمپلنت های دندانی، مورد استفاده قرار می گیرند.



سایر سرامیک های رایج مورد استفاده عبارتند از: تیتانیا، تری کلسیم فسفات، هیدروکسی آپاتیت، زیرکونیای پلی کریستال تتراگونال، سیلیکا، چینی، کربن ها و کامپوزیت های سرامیکی مانند کامپوزیت های آلومینا-زیرکونیا. دسته ای از سرامیک ها که امروزه در کاربردهای زیستی مانند ایمپلنت ها و پوشش ها مورد استفاده قرار می گیرند، شیشه ها و شیشه-سرامیک ها هستند.

15

به طور کلی بیومواد باید دارای خصوصیات زیر باشند:

- از نظر شیمیایی خنثی باشند.
 - اثر سوء بر بافت‌های مجاور نداشته باشند.
 - طول عمر آن‌ها زیاد باشد.
 - استحکام خستگی بالا داشته باشند.
 - بر فرایندهای متابولیسم آزاد بدن تأثیر مخرب نداشته باشند.
- عوامل فوق «فاکتورهای سازگاری زیستی» نامیده می‌شوند



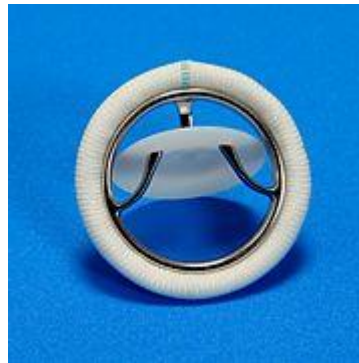
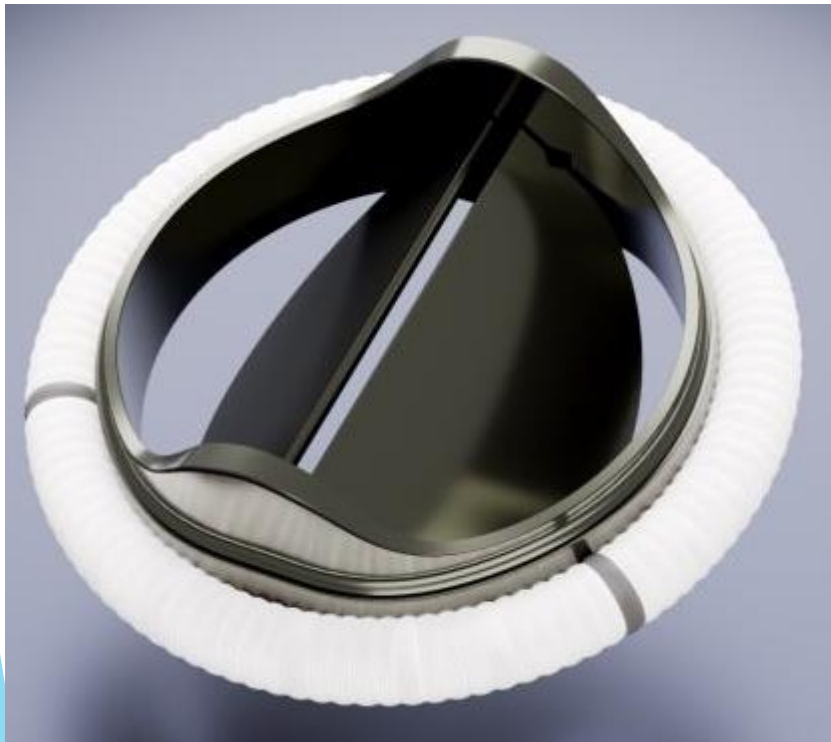
□ بیومواد (مواد زیستی)

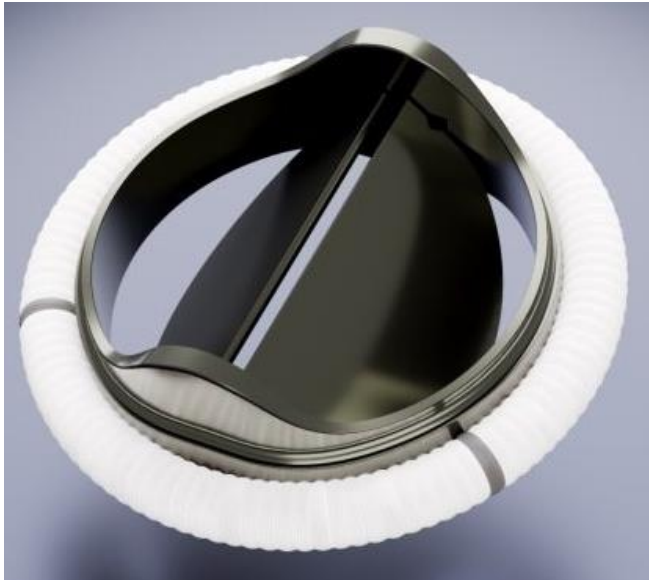
کاربردهای بیومواد در:

➤ سیستم های اسکلتی مانند: جایگزین های مفصل، سیمان استخوانی، تاندون مصنوعی، ایمپلنت دندانی

➤ سیستم قلبی و رگی مانند: پروتزهای رگ خون، دریچه قلب

➤ اندام ها مانند: قلب مصنوعی، کلیه مصنوعی و...





دریچه دو لتی
(جدید)



دریچه گوی و قفس
(منسوخ)



دریچه دیسکی

❑ بیومواد (مواد زیستی)

کاربردهای بیومواد در:

➤ دریچه قلب

❑ استیل

❑ ترکیبات پیروکربن (کربن پیرولیتیک)

❑ پارچه از جنس تفلون

□ مواد اپتیکی (نوری)

مواد با انعکاس طول موج مشخص نور، شفافیت و یا دیگر خواص اپتیکی شامل گستره ی وسیعی از ترکیبات شیشه (glass compositions)، شیشه سرامیک ها (glass ceramics) و سرامیک های ویژه هستند. این مواد در صدها محصول مختلف از صنایعی چون هوافضا (aerospace)، ارتباطات از راه دور (Telecommunications)، الکترونیک (electronics)، پزشکی و نظامی دیده می شوند.

بعضی از کاربردها عبارتند از:

- هواپیماهای مخفی از رادار
- فیبرهای نوری
- عدسی های گوناگون
- سلول های خورشیدی
- دیودهای منتشرکننده نور
- تجهیزات تجزیه و تحلیل ساختار بلوری یا ترکیب ماده
- لیزر در پزشکی
- و...

□ مواد اپتیکی (نوری)

مزایای فیبر نوری در مقایسه با سیم‌های مسی

- قیمت ارزان تر
- اندازه نازک تر
- ظرفیت بالا
- تضعیف ناچیز
- عدم تداخل
- مصرف برق پایین
- اشتعال زا نبودن
- وزن سبک
- انعطاف پذیر بودن

- پایداری
- سرعت
- امکان تعمیر فیبر
- امنیت
- پهنای باند بالا
- عدم استفاده الکتریسیته برای ارتباط
- عدم برقراری انشعاب غیر مجاز
- ...

مواد مغناطیسی، مواد صنعتی مهم هستند.
این مواد جهت راه اندازی موتورهای الکتریکی، ژنراتورها، ترانسفورماتورها، ذخیره و بازیابی اطلاعات روی نوار مغناطیسی یا کامپیوترها، به کارگرفتن به عنوان عملگرها و حسگرها(سنسورها) و به منظور متمرکز نمودن اشعه الکترونی و

❑ مواد مغناطیسی

انواع مواد مغناطیسی

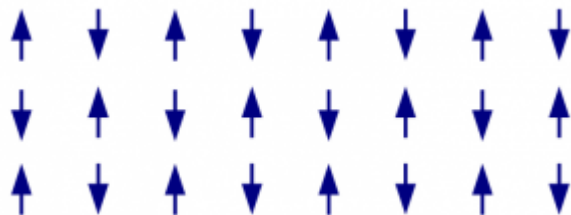
- فرومغناطیس
- آنتی فرو مغناطیس
- فری مغناطیس
- دیا مغناطیس
- پارا مغناطیس

➤ فرومغناطیس

فلزات واسطه مثل آهن (به صورت BCC یا α -Fe، کبالت، نیکل و بعضی از فلزات خاکی نادر مانند گادولینیم (Gd) دارای این خاصیت هستند. این مواد با اعمال یک میدان مغناطیسی کوچک به شدت مغناطش پیدا کرده و با حذف میدان مغناطیسی مغناطش خود را بطور کامل از دست نمی‌دهند.

➤ آنتی فرو مغناطیس

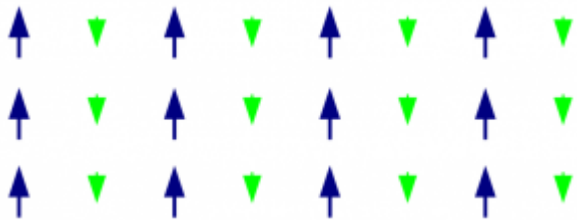
در این مواد بردارهای گشتاورهای مغناطیسی مجاور از نظر اندازه برابر ولی از نظر جهت، عکس یکدیگر هستند. بنابراین یکدیگر را خنثی می‌کنند. در صورتیکه چنین ماده‌ای در میدان مغناطیسی قرار گیرد، گشتاورهای هم جهت با میدان تقویت می‌شوند و ماده خاصیت مغناطیسی ضعیفی از خود نشان می‌دهد.



در جدول تناوبی تنها کروم است که در دمای اتاق خاصیت آنتی فرو مغناطیس دارد.

➤ فری مغناطیس

در این مواد جهت بردارهای گشتاورهای مغناطیسی مجاور عکس یکدیگر است ولی اندازه آنها برابر نیست. رفتار این مواد مشابه با مواد فرو مغناطیس است. گروهی از آهنرباهای دائم که به نام **فریت** شناخته می‌شوند از این دسته هستند.



➤ دیا مغناطیس

موادی هستند که مولکول‌ها، اتم‌ها و یا یونهای آنها به گونه‌ای رفتار می‌کنند که گشتاور مغناطیسی خالص آنها صفر است. اگر میدان مغناطیسی خارجی به این مواد اعمال شود اتم‌های آن دارای گشتاور مغناطیسی القایی می‌شوند (مثل اتم مس) و جهت این گشتاور مغناطیسی خلاف جهت میدان اعمالی می‌باشد. این دسته از مواد اگر در میدان مغناطیسی قرار گیرند، **مغناطش منفی** از خود نشان می‌دهند.

➤ پارامغناطیس

در این مواد، برخلاف مواد دیا مغناطیس در مولکول ها، اتم ها و یا یونها گشتاور مغناطیسی کوچکی وجود دارد. ولی گشتاورها با جهات اتفاقی توزیع شده و یکدیگر را خنثی می کنند و مغناطش خالص برابر صفر می شود. اگر این دسته از مواد در یک میدان مغناطیسی قرار گیرند، تعدادی از گشتاورها در جهت میدان می چرخند و ماده خاصیت مغناطیسی ضعیفی از خود نشان می دهد. بعضی از فلزات قلیایی و یا برخی از فلزات واسطه مانند تیتانیم، تنگستن و پلاتین دارای خاصیت پارامغناطیس هستند.

□ مواد مغناطیسی

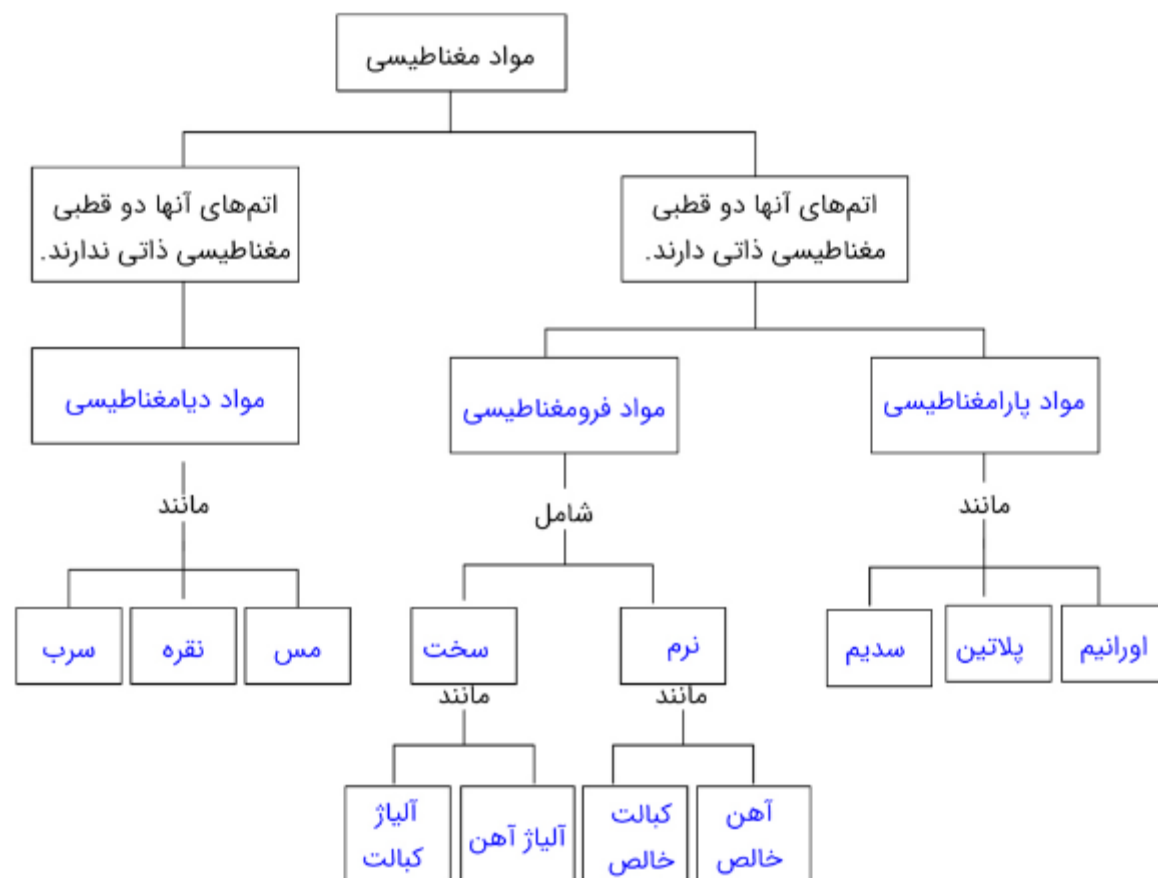
پرباربردترین مواد مغناطیس مورد استفاده

- فلزات و آلیاژهای فرومغناطیس مانند آهن، نیکل، کبالت
- سرامیک های فری مغناطیس

مواد فرو مغناطیس:

- فرو مغناطیس نرم (به راحتی مغناطیس و غیر مغناطیس شوند) (ترانسفورماتورها و ...)
- فرو مغناطیس سخت (به راحتی غیرمغناطیس نشوند) (آهنرباهای دائمی، بلندگوها، گیرنده های تلفن، موتورهای و ...)





درجه حرارتی که در آن رفتار فرو مغناطیسی کاملاً ناپدید می شود دمای کوری (Tc) نامیده می شود

آلنیکو از خانواده ی آلیاژهای آهن است که علاوه بر آهن از آلومینیوم (Al)، نیکل (Ni) و کبالت (Co) تشکیل شده است

ترکیب آلیاژهای آلنیکو به طور معمول شامل ۱۲-۸٪ آلومینیوم (Al)، ۱۵-۲۶٪ نیکل (Ni)، ۵-۲۴٪ کبالت (Co)، تا ۶٪ مس (Cu)، تا ۱٪ تیتانیوم (Ti) و بقیه آهن (Fe) است

دمای کوری (°C)	ماده
۱۶	کادلینیم (Gd)
۳۱۰	$Nd_2Fe_{12}B$
۳۵۸	نیکل (Ni)
۴۵۰	$BaO \cdot 6Fe_2O_3$
۷۲۵	Co_5Sm
۷۶۹	آهن
۷۸۰	آلنیکو ۱
۸۵۵	کونیکو
۹۰۰	آلنیکو ۵
۱۱۴۱	کبالت

❑ مواد هوشمند

مواد هوشمند موادی می باشند که موقعیت ها را به خاطر می سپارند و با محرک های مشخص می توانند به آن موقعیت باز گردند.

❑ دسته ی اول موادی هستند که با تغییر محرک ها، خصوصیات آن ها تغییر می کند. (شیشه های فتوکرومیک که با تابیدن نور خورشید به

آن ها رنگشان تغییر می کند)

❑ دسته ی دوم موادی هستند که با تغییر عوامل تأثیر گذار بر روی آن ها، قابلیت این را دارند که یک نوع از انرژی را به نوع دیگری تبدیل

کنند (سلول های خورشیدی که می توانند انرژی خورشیدی را به الکتریسیته بدل نمایند)

❑ مواد هوشمند

خصوصیات مواد هوشمند:

- ❑ فوریت: به این معنا که پاسخ آنها به صورت بلادرنگ (همزمان با تاثیر محرک) است.
- ❑ سازگاری: به این معنا که توانایی پاسخ به بیش از یک شرایط محیطی را دارا هستند.
- ❑ خود انگیزی: به این معنا که این هوشمندی در درون این مواد است نه در بیرون آنها.
- ❑ گزینش پذیری: به این معنا که پاسخ آنها مجزا و قابل پیش بینی است.
- ❑ مستقیمی: به این معنا که پاسخ داده شده با تحریک وارده در یک مکان قرار دارند.

مواد هوشمند

- ❑ تغییر خواص تحت اثر محرک خارجی مانند نور، گرما، رطوبت، PH و نیرو
- ❑ امکان طراحی محصول جدید هیجان انگیز و افزایش عملکرد محصولات موجود را فراهم می کند.

- ❑ Thermochromic(heat+colour) pigments
- ❑ Photochromic(light colour) pigments
- ❑ Shape memory alloys
- ❑ polymorph

❑ مواد هوشمند

مواد مدرن

- ❑ موادی که توسعه پیدا کرده اند
بوسیله بهبود فرآیندها
- ❑ مثلاً موادی که در ۱۰۰ سال قبل
نداشتیم ولی امروزه در اغلب
مکان ها وجود دارد.
- ❑ تیتانیوم
- ❑ LCD
- ❑ نانو لوله های کربن و گرافن
- ❑ سیال های فرومغناطیس



❑ مواد مدرن

تیتانیوم

❑ نسبت استحکام به وزن بالا

❑ مقاومت به خوردگی

کاربرد:

❖ زمینه پزشکی مانند جایگزینی مفصل ران

❖ زمینه ورزشی مانند دوچرخه های با کارایی بالا

❖ زمینه هوانوردی و دریانوردی مانند اجزاء و بدنه

هواپیماها و کشتی ها

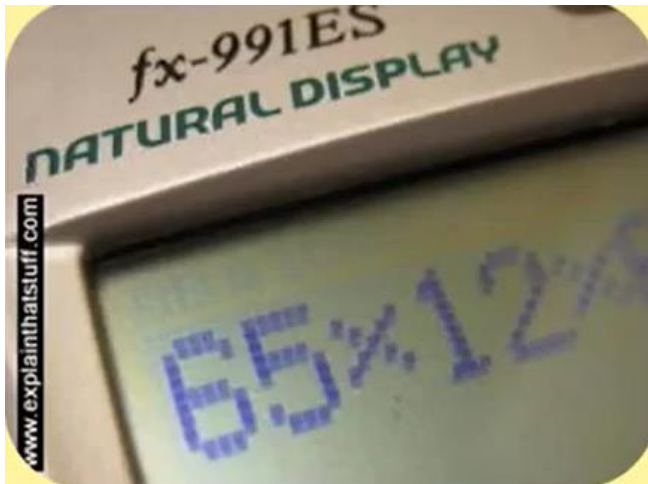
LCDs(liquid crystal display) صفحه نمایش کریستال مایع

❑ کریستال های مایع برای اولین بار در ۱۸۸۸ کشف شد و حدود ۱۰۰ است که بسیاری از نیازهای روزمره انسان ها را برطرف میکند.

❑ ماشین حساب ها و تلفن های همراه قدیمی و دستگاه های قرائت دیجیتال که در همه جا قابل دسترس هستند.

❑ لپ تاپ ها و اغلب تلویزیون های جدید از فناوری LCD استفاده می کنند.

❑ در این تجهیزات پیکسل ها به صورت الکترونیکی روشن و خاموش می شوند.

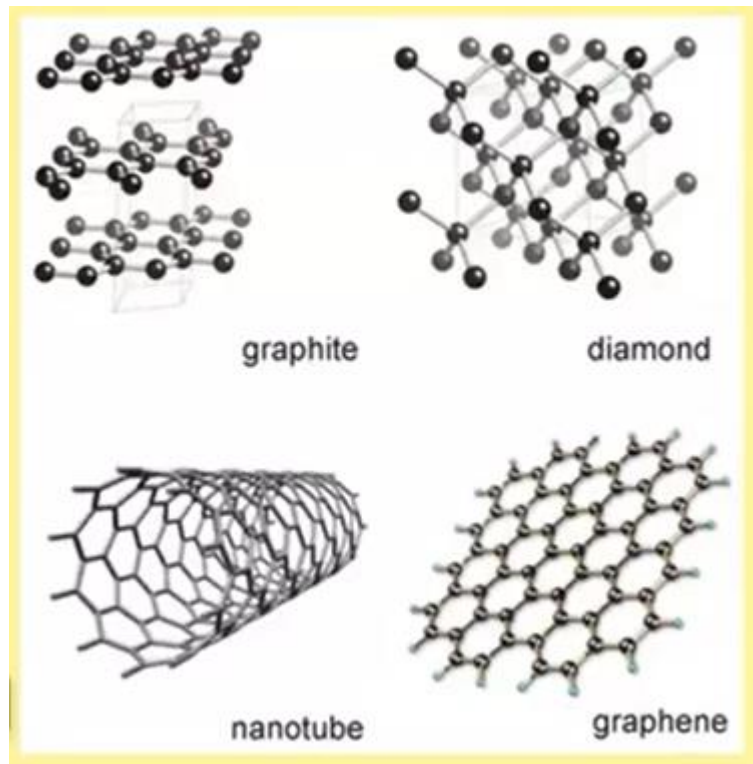


□ مواد مدرن

□ نانو لوله های کربن و گرافن

آلوتروپ های مختلف کربن دارای خواص و تولید محصولات شگفت انگیز هستند.

طبیعی (نرم ترین و سخت ترین مواد)



مصنوعی (ساخته شده توسط انسان)

➤ نخستین بار در سال ۱۹۴۷ فیلیپ والاس درباره گرافن نوشت.

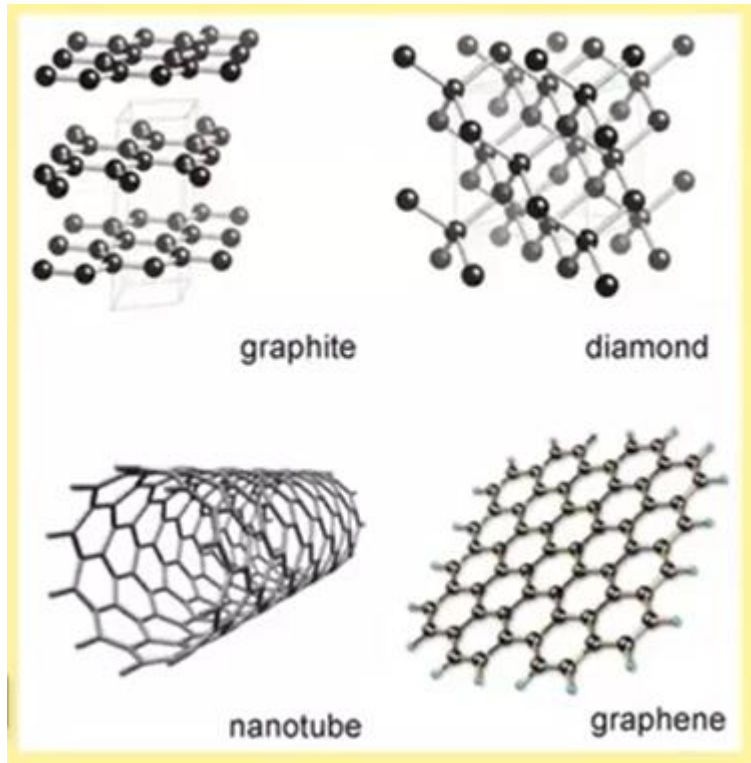
➤ آندره گایم و کنستانتین نووسلف، از دانشگاه منچستر موفق به ساخت این ماده شده و جایزه نوبل

فیزیک ۲۰۱۰ نیز به خاطر ساخت ماده‌ای دوبعدی به این دو دانشمند تعلق گرفت.

□ مواد مدرن

□ نانو لوله های کربن و گرافن

آلوتروپ های مختلف کربن دارای خواص و تولید محصولات شگفت انگیز هستند.
نانو لوله های کربن و گرافن دارای نسبت استحکام به وزن استثنایی هستند.



❑ مواد مدرن

❑ نانو لوله های کربن و گرافن

آلوتروپ های مختلف کربن دارای خواص و تولید محصولات شگفت انگیز هستند.

نانو لوله های کربن و گرافن دارای نسبت استحکام به وزن استثنایی هستند.

هدایت الکتریسیته و حرارت عالی

کاربرد:

در زومینه ورزشی مانند راکت تنیس، بدنه دوچرخه، کفش و ...

قطعات انعطاف پذیر مورد استفاده در صنایع الکترونیک، هوافضا و وسایل نقلیه





دانشگاه سمنان

❑ مواد مدرن

سیال های فرومغناطیس

❑ از ذرات مغناطیسی مانند آهن که در روغن و یا آب معلق می باشند.

❑ نیاز به یک آهنربا برای حرکت آن می باشد.

کاربرد

➤ آب بند کردن (جلوگیری از نشت گاز)

➤ چرخ های اسکیت برد

➤ کامپیوتر

➤ اسپیکر

➤ بیودارو ها برای درمان سرطان



❑ مواد هوشمند

Photochromic(light colour) pigments

❑ این نوع مواد در برخورد با نور UV تغییر رنگ می دهند



Thermochromic(heat+colour) pigments

این نوع مواد با تغییرات دمایی و در اثر قرار گرفتن در معرض حرارت تغییر رنگ می دهند.

❑ مواد معدنی

❑ مواد آلی

❑ مواد پلیمری

کاربرد:

➤ لوازم مورد استفاده از کودک

➤ تجهیزات هشدار دهنده

➤ تجهیزات کنترل دمایی

➤ بهره وری انرژی



Thermochromic(heat+colour) pigments

❑ مواد هوشمند

این نوع مواد با تغییرات دمایی و در اثر قرار گرفتن در معرض حرارت تغییر رنگ می دهند.

❑ مواد معدنی

❑ مواد آلی

❑ مواد پلیمری

کاربرد:

➤ لوازم مورد استفاده از کودک

➤ تجهیزات هشدار دهنده

➤ تجهیزات کنترل دمایی

➤ بهره وری انرژی



Thermochromic(heat+colour) pigments

این نوع مواد با تغییرات دمایی و در اثر قرار گرفتن در معرض حرارت تغییر رنگ می دهند.

❑ مواد معدنی

❑ مواد آلی

❑ مواد پلیمری

کاربرد:

➤ لوازم مورد استفاده از کودک

➤ تجهیزات هشدار دهنده

➤ تجهیزات کنترل دمایی

➤ بهره وری انرژی



Thermochromic(heat+colour) pigments

این نوع مواد با تغییرات دمایی و در اثر قرار گرفتن در معرض حرارت تغییر رنگ می دهند.

❑ مواد معدنی

❑ مواد آلی

❑ مواد پلیمری

کاربرد:

- لوازم مورد استفاده از کودک
- تجهیزات هشدار دهنده
- تجهیزات کنترل دمایی
- بهره وری انرژی



Thermochromic(heat+colour) pigments

این نوع مواد با تغییرات دمایی و در اثر قرار گرفتن در معرض حرارت تغییر رنگ می دهند.

❑ مواد معدنی

❑ مواد آلی

❑ مواد پلیمری

کاربرد:

➤ لوازم مورد استفاده از کودک

➤ تجهیزات هشدار دهنده

➤ تجهیزات کنترل دمایی

➤ بهره وری انرژی

ROOM
TEMPERATURE



COOLED IN
FRIDGE



آلیاژهای حافظه دار

Shape memory alloys(SMAs)

❑ اغلب مواد وقتی خمیده می شوند دوباره به شکل اولیه خود برمی گردند.

❑ آلیاژهای حافظه دار بعد از تغییر شکل در اثر اعمال حرارت به شکل اولیه خود برمی گردند.

برخی از آلیاژهای حافظه دار

آلیاژ تیتانیوم / ایندیم	آلیاژ کادمیوم / نقره	آلیاژهای تیتانیوم / نیکل
آلیاژ آلومینیوم / نیکل	آلیاژ کادمیوم / طلا	آلیاژهای آلومینیوم / روی / مس
آلیاژ آهن / پلاتین	آلیاژ قلع / مس	آلیاژ نیکل / مس

❑ مواد هوشمند

❑ معروف ترین و پر کاربردترین آلیاژ حافظه دار، آلیاژ نیکل-تیتانیوم است

❑ نامگذاری Nitinol بر اساس ترکیب حروف اختصاری نیکل (Ni)، تیتانیوم (Ti) و آزمایشگاه نیروی دریایی (NOL) انجام گرفته است.

❑ گریدهای مهم نایتینول:

❑ ویژگی های نایتینول:

➤ خواص الکتریکی عالی

➤ خواص مکانیکی عالی

➤ طول عمر بالا

➤ مقاوم در برابر خستگی

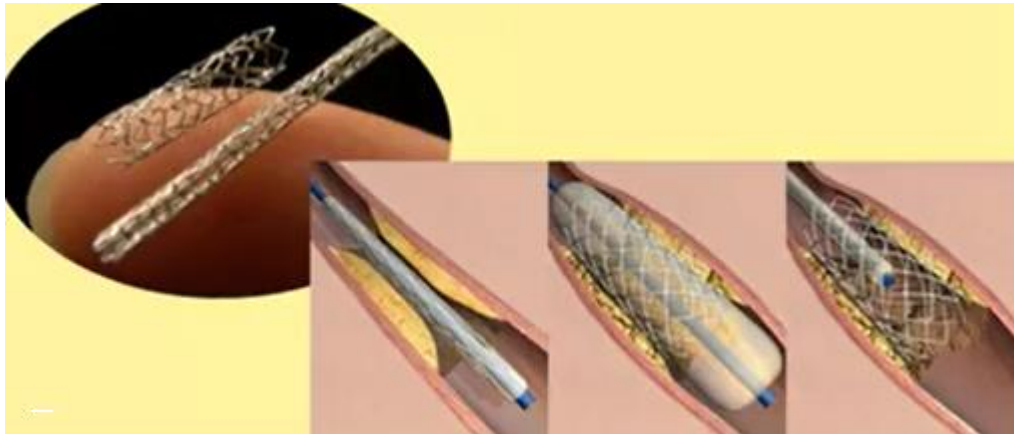
➤ مقاومت به خوردگی بالا

➤ نایتینول ۵۵ (نیکل ۵۵ درصد)

➤ نایتینول ۶۰ (نیکل ۶۰ درصد)

آلیاژهای حافظه دار

Shape memory alloys(SMAs)



❑ مواد هوشمند

کاربرد:

❑ فریم عینک

❑ اورتودنسی

❑ استنت های قلبی-عروقی

❑ انژیوپلاستی

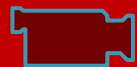
❑ ایمپلنت ها

❑ وسایل جراحی

Shape memory alloys(SMAs)

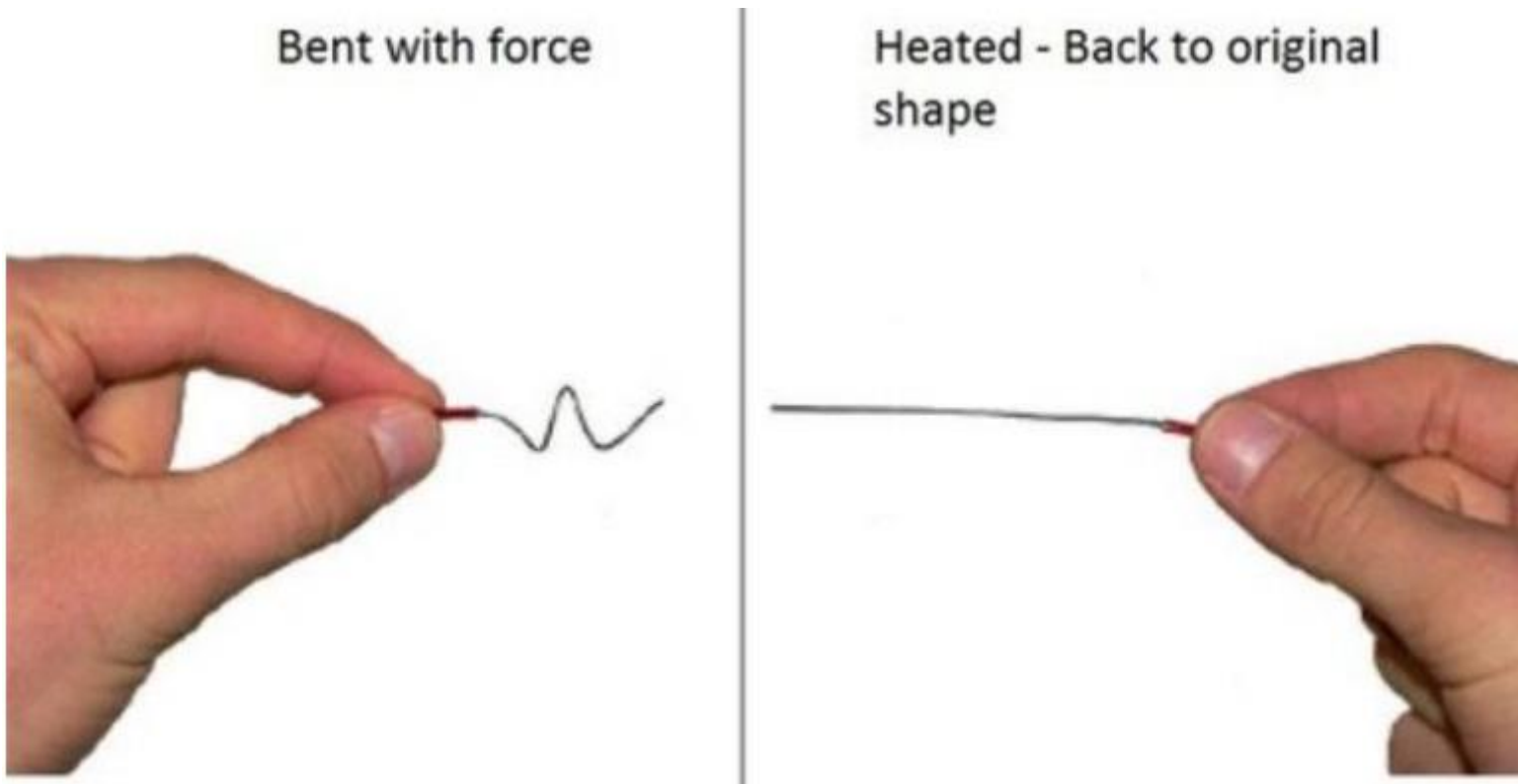
□ اورتودنسی

استفاده از سیم‌های اورتودنسی از جنس Ni-Ti در اورتودنسی دندان، شکل دیگری از قابلیت‌های آن است. فراکشسانی این فلز باعث می‌شود که بر اثر فشار ناشی از برگشت سیم به حالت اولیه، به دندان‌های خارج از موضع، نیرو وارد شود تا با گذشت زمان در مکان مناسب قرار گیرند.



آلیاژهای حافظه دار

Shape memory alloys(SMAs)

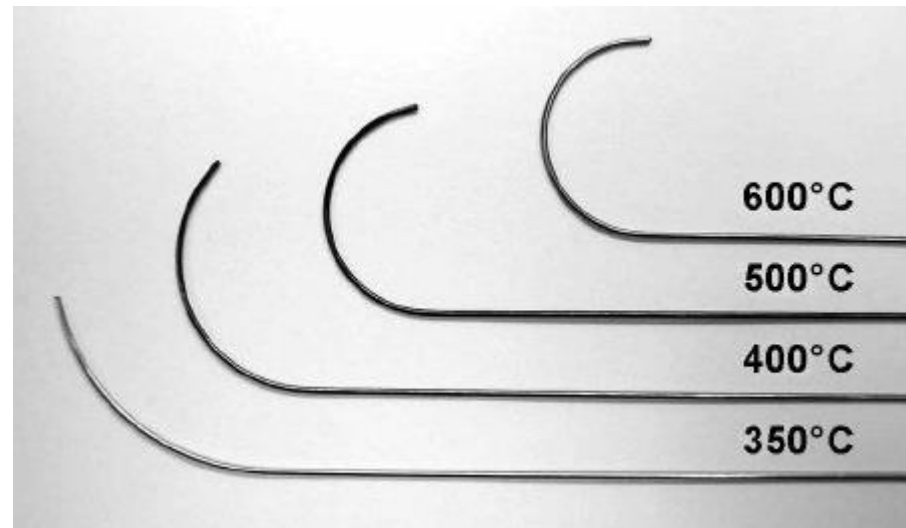


آلیاژهای حافظه دار

Shape memory alloys(SMAs)



قرار دادن گیره کاغذ از جنس نیتینول در آب داغ و بازگشت آن به شکل اولیه



polymorph

- ❑ یک نوع ترموپلاستیک که بارها و بارها می توان استفاده نمود. در ساخت نمونه های اولیه و یا بهبود ارگونومی محصولات طراحی شده کاربرد زیادی دارند.
- ❑ Polymorph پلیمری است که وقتی تا دمای حدود ۶۲ درجه سانتیگراد گرم می شود، چکش خوار می شود . وقتی خنک شد به اندازه کافی برای سوراخ کردن و بریدن سخت می شود. این خاصیت آن را برای مدل سازی عالی می کند زیرا می توان آن را دوباره گرم کرد و دوباره شکل داد. همچنین برای ایجاد دسته های ارگونومیک عالی است.





❑ مواد هوشمند

صافکاری بدنه خودروهای جدید با یک مقدار حرارت، فرورفتگی از بین رفته و به حالت اولیه برمی گردد