به نام خدا

مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

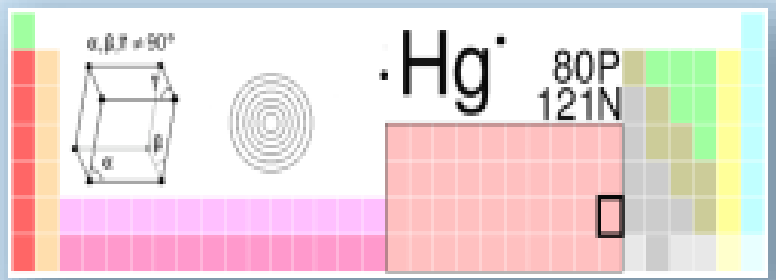
www.Iran-mavad.com

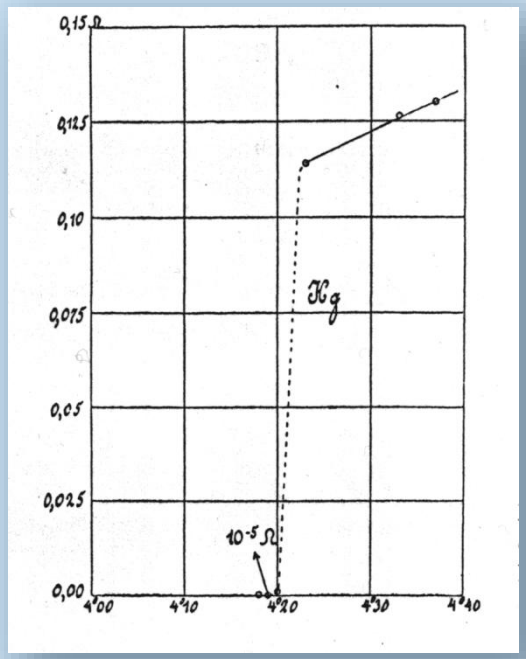
ابرساناهای اکسیدی دما بالا

ایران مواد
Iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

کشف و پیشرفت خاصیت ابررسانایی

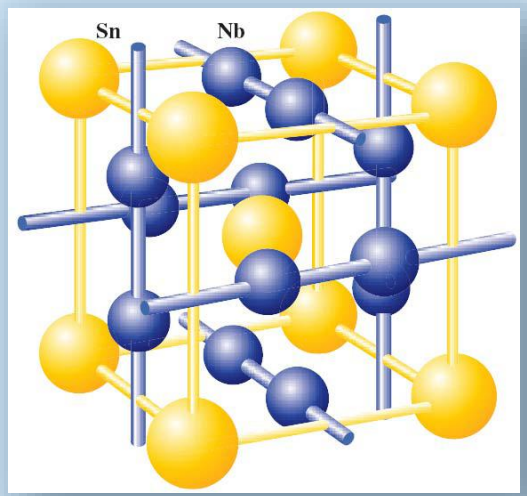
- در سال 1900، نیکلا تسلا، پدیده تقویت سیگنالهای الکتریکی را با سرد شدن اجسام که درنتیجه کاهش مقاومت آنها بود، مشاهده کرد.
- خاصیت ابررسانایی، توسط اونز، در سال 1911 کشف شد. اونز دریافت که اگر جیوه در هلیم مایع یعنی حدود 2/4 درجه کلوین قرار گیرد، مقاومت الکتریکی آن از بین می‌رود.
- یافته اونز منجر به اعطای جایزه نوبل فیزیك در سال 1913 به وی شد .



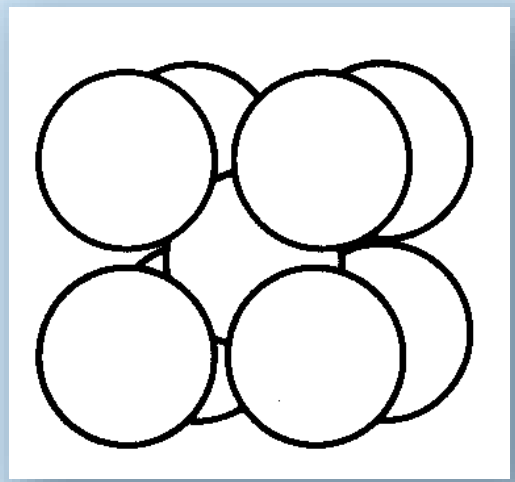


کشف و پیشرفت خاصیت ابررسانایی

- هر عنصر دمای بحرانی خاص خودش را دارد . برای بعضی آلیاژها و ترکیبات مانند Nb3Sn و Nb3Ge دمای بحرانی به 18 و 23 درجه کلوین نیز می‌رسد.
- از سال 1911-1973 دانشمندان تنها توانستند دمای بحرانی را از 4-23/3 درجه کلوین که کمی بیشتر 20/3 کلوین یعنی دمای ئیدروژن مایع است برسانند اما کار با ئیدروژن مایع نیز پرهزینه، مشکل‌آفرین و خطرساز بود و کاربردهای ابررسانا را محدود می‌ساخت



Nb_3Sn 18 K



Nb-Ti 9 K

کشف و پیشرفت خاصیت ابررسانایی

- از سال 1986-1911، باور عموم بر آن بود که ابررسانايي فقط مي تواند در فلزاتي در دماهاي بسيار پايين (حداکثر 30 درجه کلوين) وجود داشته باشد.
- این یکی از نتایج ثانویه نظریه BCS بود.

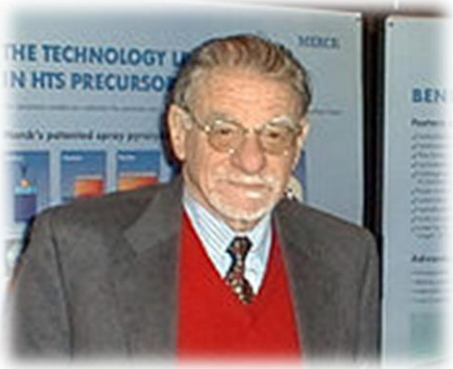
$$K_B T_C = 1.14\ \hbar\langle\varpi\rangle\ \exp(-1/N_f V)$$

$\hbar\langle\varpi\rangle$: انرژی میانگین فونون

Nf : چگالی حالت ها در سطح فرمی

V :پتانسیل زوج شدگی

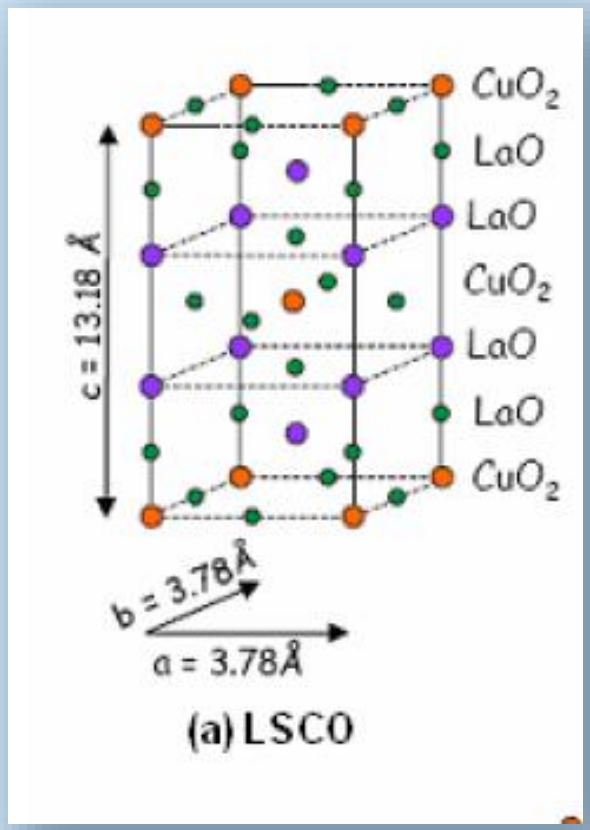
تاریخچه



- مولر و بدنورز در سال 1983درآزمایشگاه تحقیقاتي IBM زوریخ بر روی پدیدة ابر رسانایي به تحقیق پرداختند. در سالهاي پس از جنگ جهاني دوم « ابر رساناها » کاربردهاي عملي بسیاري (مثلاً راه اندازي الکترومغناطیسهاي بسیار بزرگ) یافتند. اما همة این کاربردها یک نقص بزرگ داشت و آن هم خاصیت آنها فقط در شرایط دماي بسیار پایین بود. بدنورز و مولر کشف یک نوع جدید ابر رساناي مؤثر در دماهاي بالاي 30 درجه کلوین را اعلام کردند. بعدها این دما به k ْ 90هم رسید.

- بدنورز و مولر در سال 1987 با هم به دریافت جایزة نوبل مفتخر شدند.

ساختار ترکیبات 214



- اولین ابررسانای دما بالای بدست آمده در سال 1986 که دارای صفحات CuO2 می باشد این صفحات بعنوان عنصری مشترک در ابررساناهای دما بالا بوده و این گونه ابررساناها کاپرایت "cuprates" خوانده می شوند.

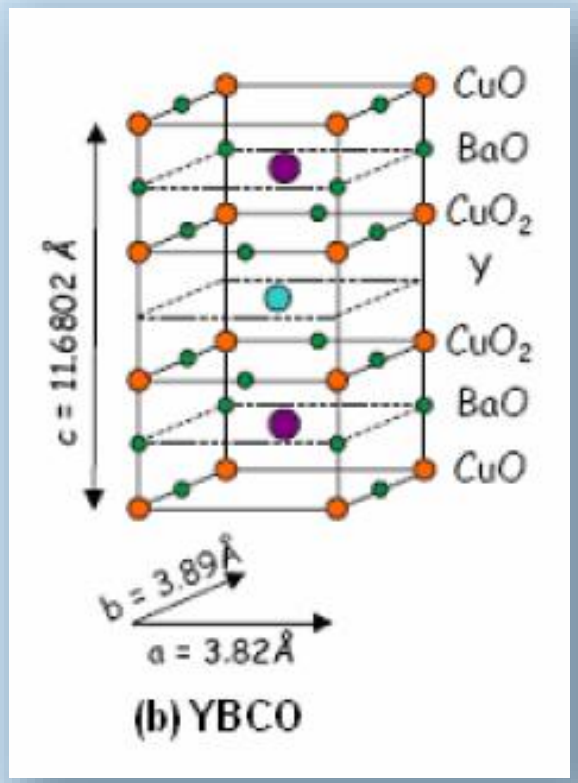
$La_{1-x}M_xCu_4O$ **35 K**

M = Ca ، Sr ، Ba ، Pb

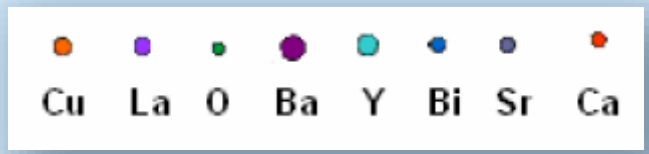
1986

Muller and Bednorz, 1986

ساختار ترکیبات 123



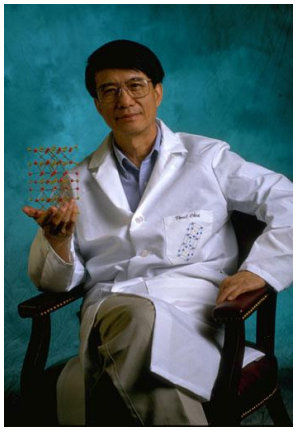
(b) YBCO



- با جایگزینی کردن ایتریم بجای لانتان دمای Tc از 35-92 درجه کلوین افزایش یافت بنابراین از نیتروژن مایع بعنوان سیتم تبرید استفاده می شود.

$YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ 92 K

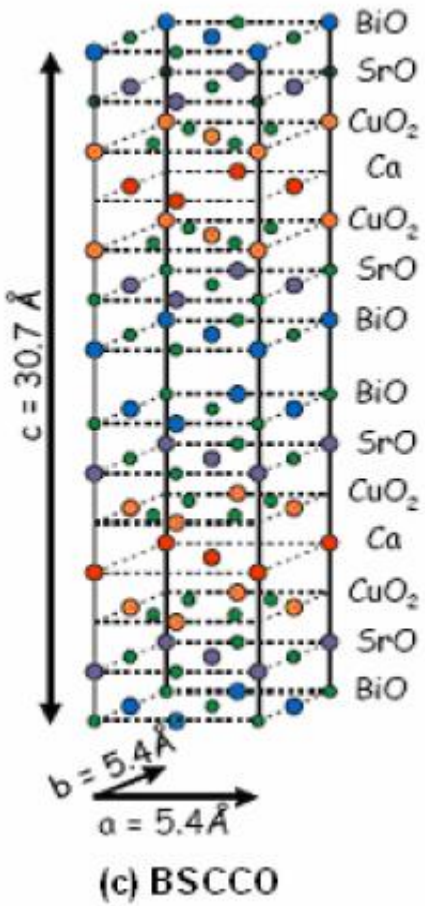
1987



Paul Chu, 1987

ساختار ترکیبات BSCCO

Bi (2212)



(c) BSCCO

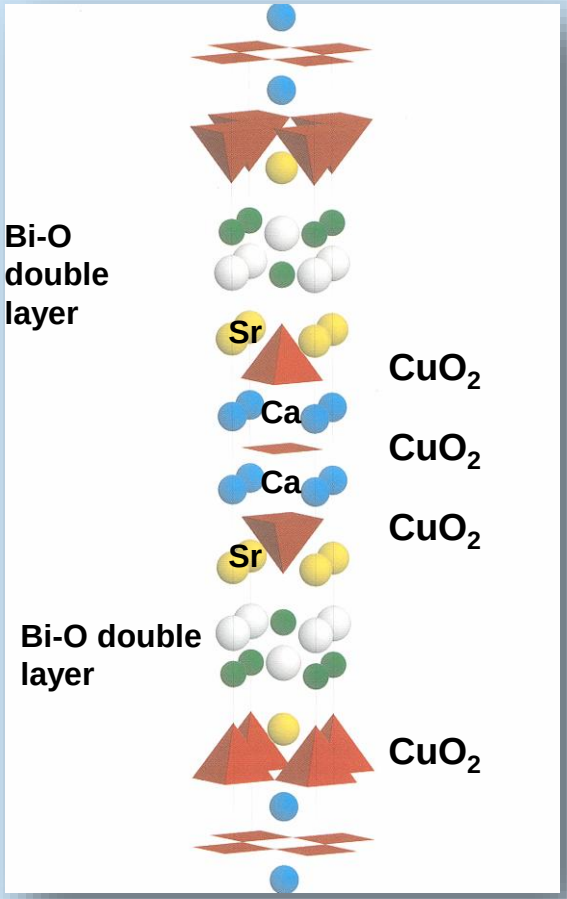
- در این ساختارها صفحات CuO2دیده می شود اما زنجیره های **Cu-O** وجود ندارد.
- از هیچ یک عناصر نادر زمین استفاده نشده است.

$Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ 85 K

1988

ساختار ترکیبات BSCCO

Bi (2223)

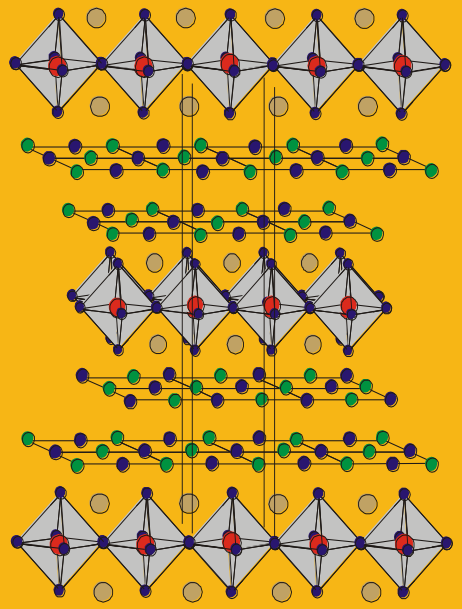


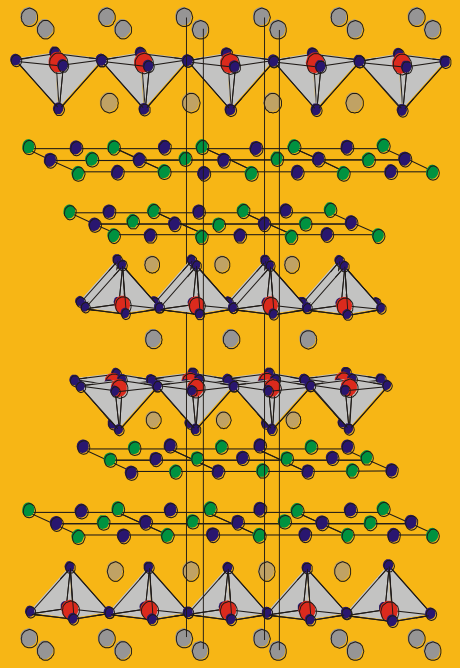
- نسبت به ترکیب قبل یک صفحه CuO_2 و یک Ca اضافه شده است.
- ترکیبات با پایه Bi شدیداً انیزوتروپ اند.

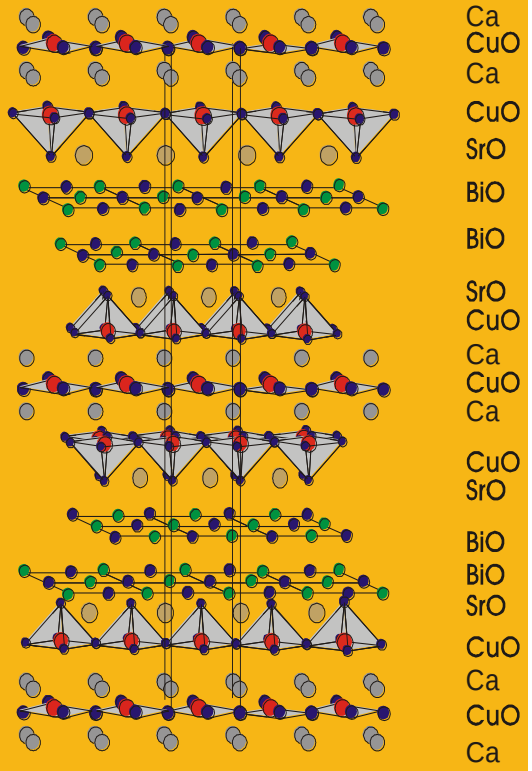
$(Bi,Pb)_2Sr_2Ca_2Cu_3O_x$ 110 K

1988

ساختار ترکیبات BSCCO







$Bi_2Sr_2CuO_6$
2201
T_c=20K

$Bi_2Sr_2CaCu_2O_8$
2212 T_c=95K

$Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ 2223
T_c=110K

ساختار ترکیبات با پایه Tl

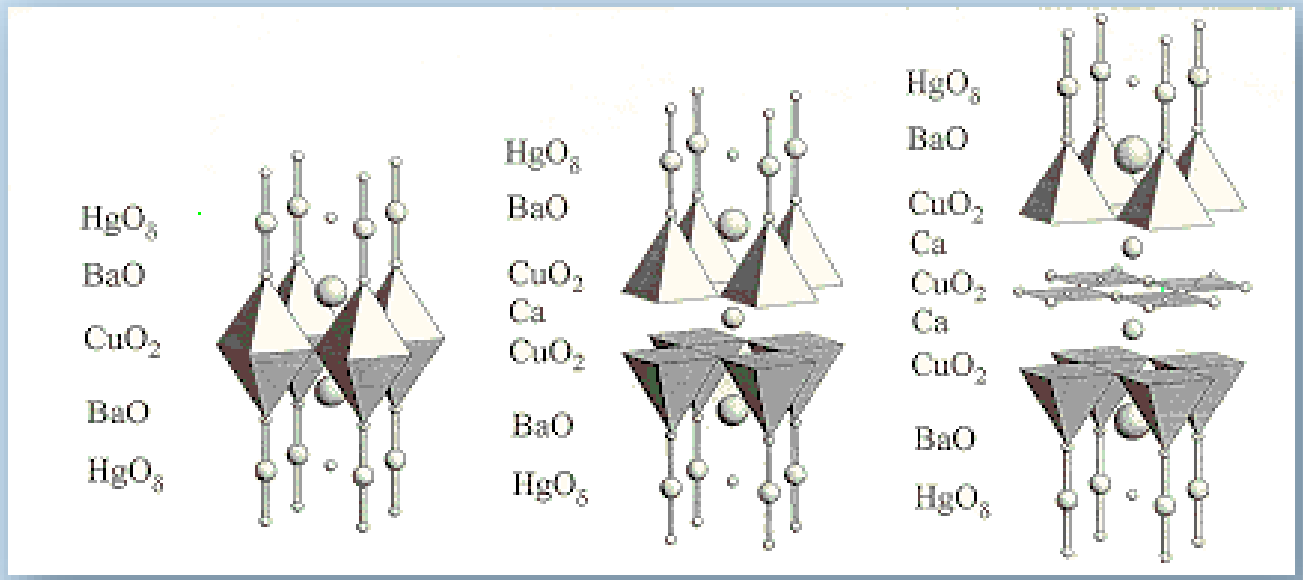
- با افزایش n از یک حدی به بعد ،دمای گذار کاهش میابد.

TlBaCaCuO	2201	30K
	2212	110K
	2223	125K
	2234	119K

1988

ساختار ترکیبات با پایه Hg

- شبیه ساختار $TlBa_2Ca_{n-1}Cu_nO_y$
- Tc با افزایش لایه های افزایش میابد.
- در فشار 30 Gpa ، Tc به 165 K می رسد.

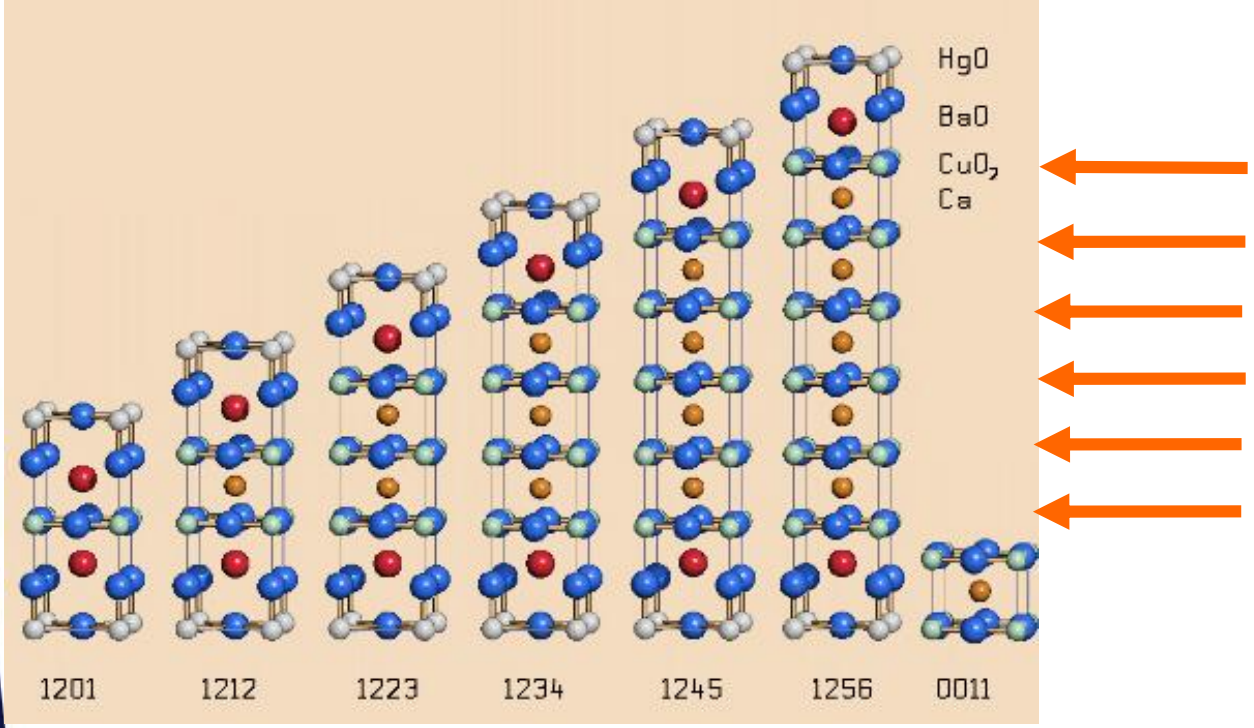


$HgBa_2Ca_2Cu_3O_8$ 135 K

1993

ساختار ترکیبات با پایه Hg

$HgBa_2Ca_{n-1}Cu_nO_{2n+2}$ "Hg-12(n-1)n"



صفحات-CuO_2

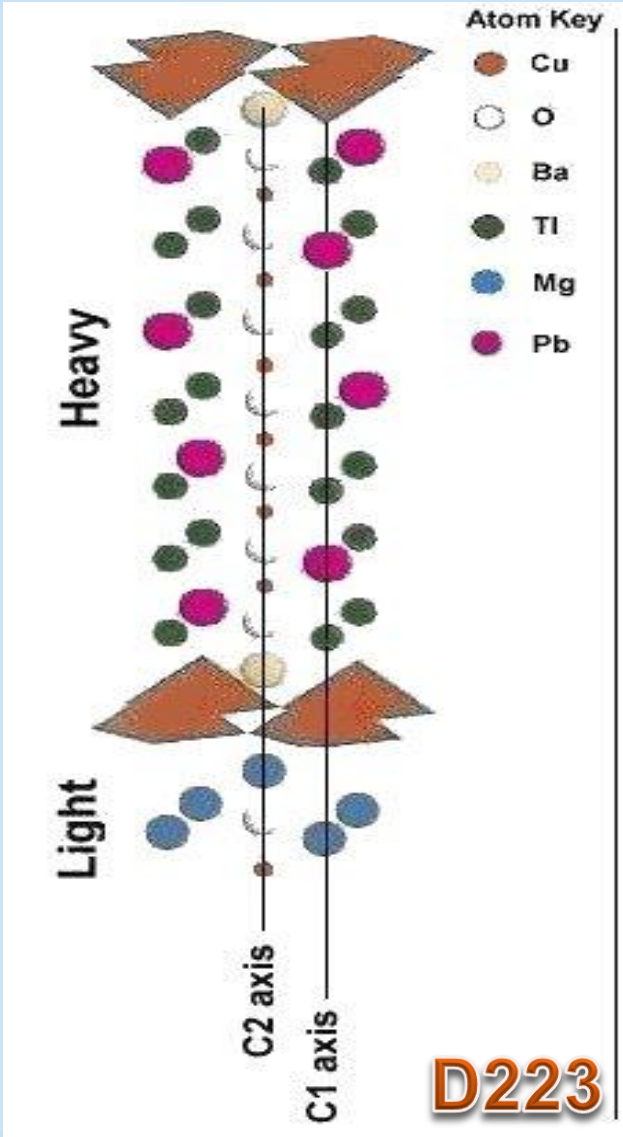
95 k 122 k 133 k

ساختار ترکیب

$(Tl_5Pb_2)Ba_2Mg_2Cu_9O_{17}$

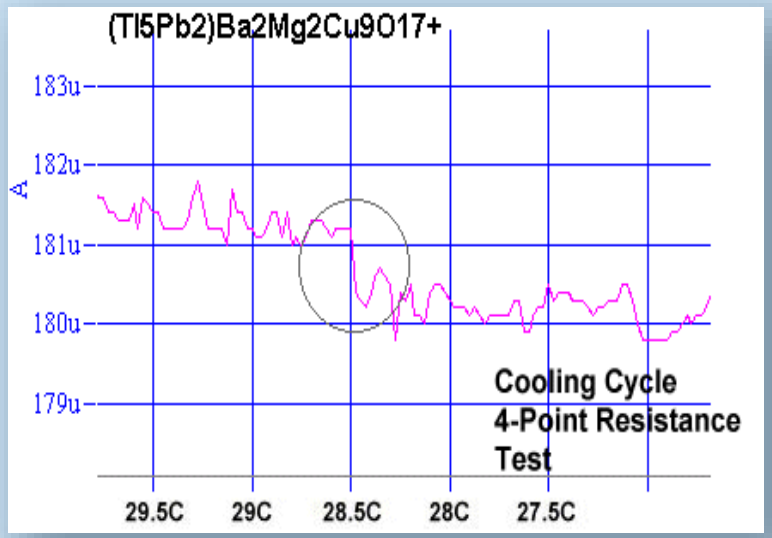
28.5 C = 301.5 K

6 December 2011

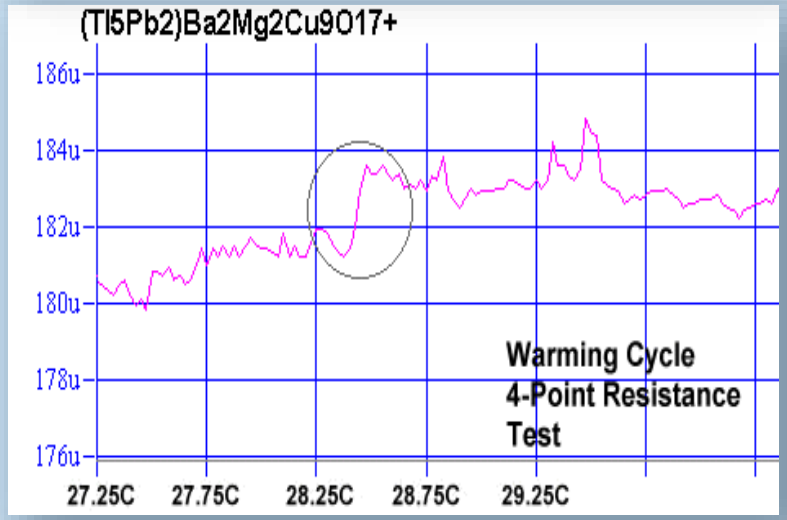


- اولین ابررسانایی در دمای اتاق توسط ترکیبات کاپرایت بدست آمد.
- Tc متناسب است با PWR (نسبت وزنی سطحی)

تغییر مقاومت در اثر سرد و گرم کردن نمونه

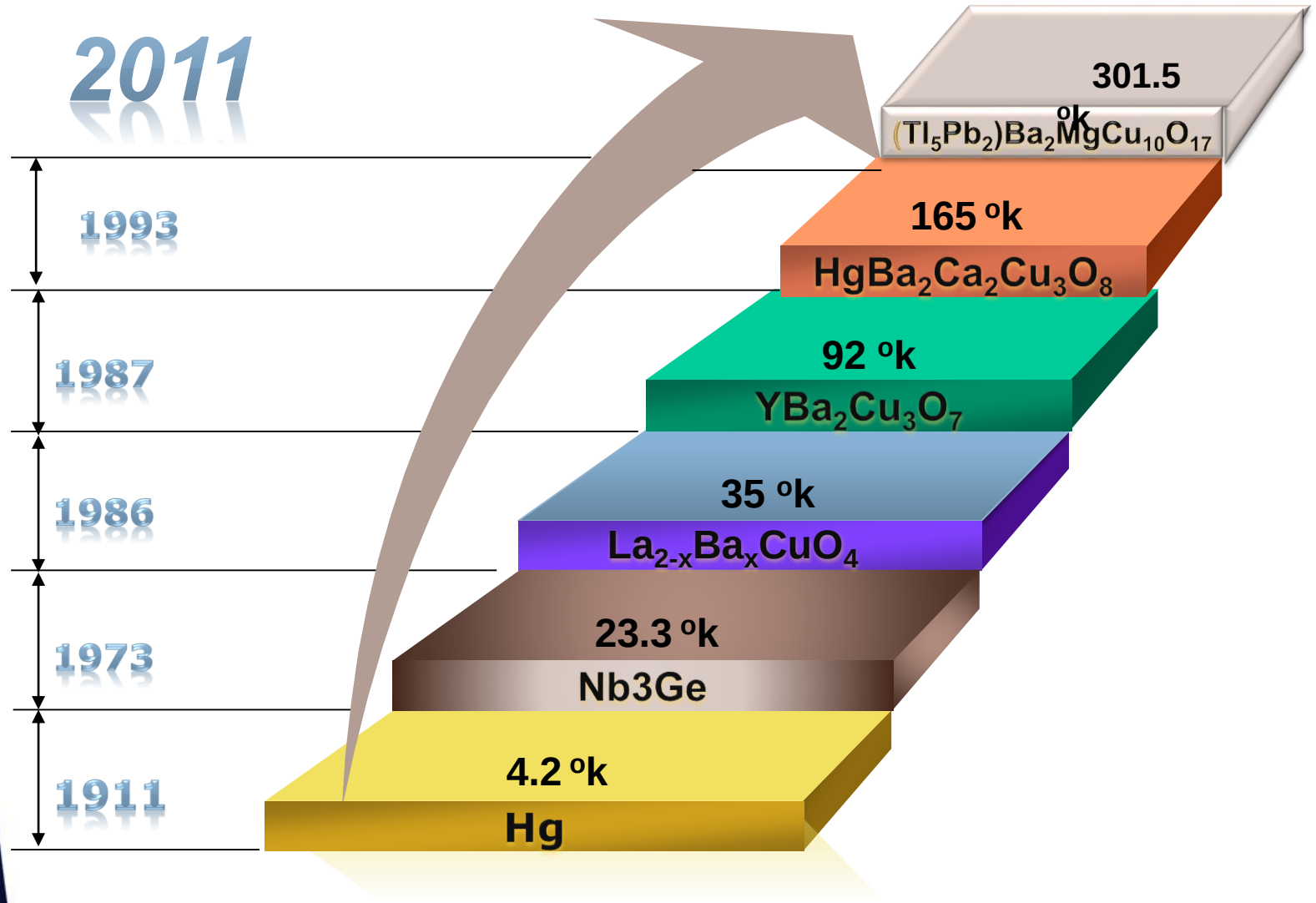


سرد کردن



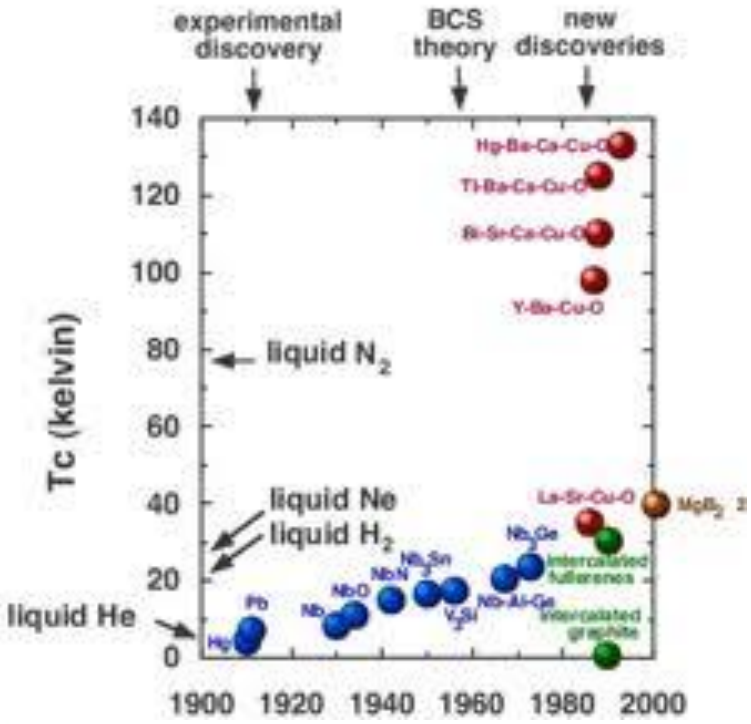
گرم کردن

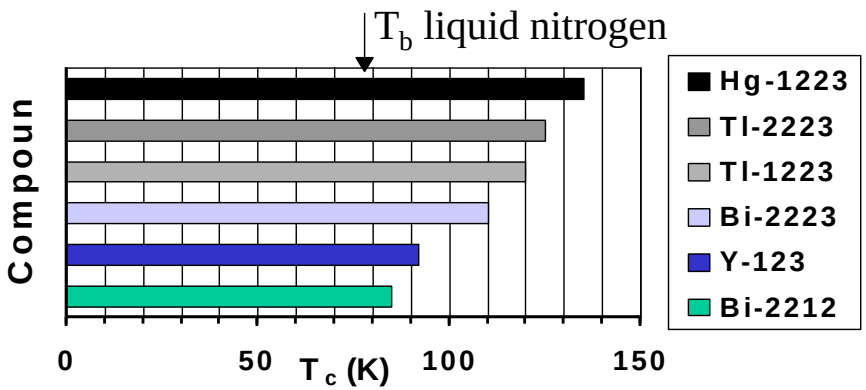
روند پیشرفت T_c



www.Win2Farsi.com

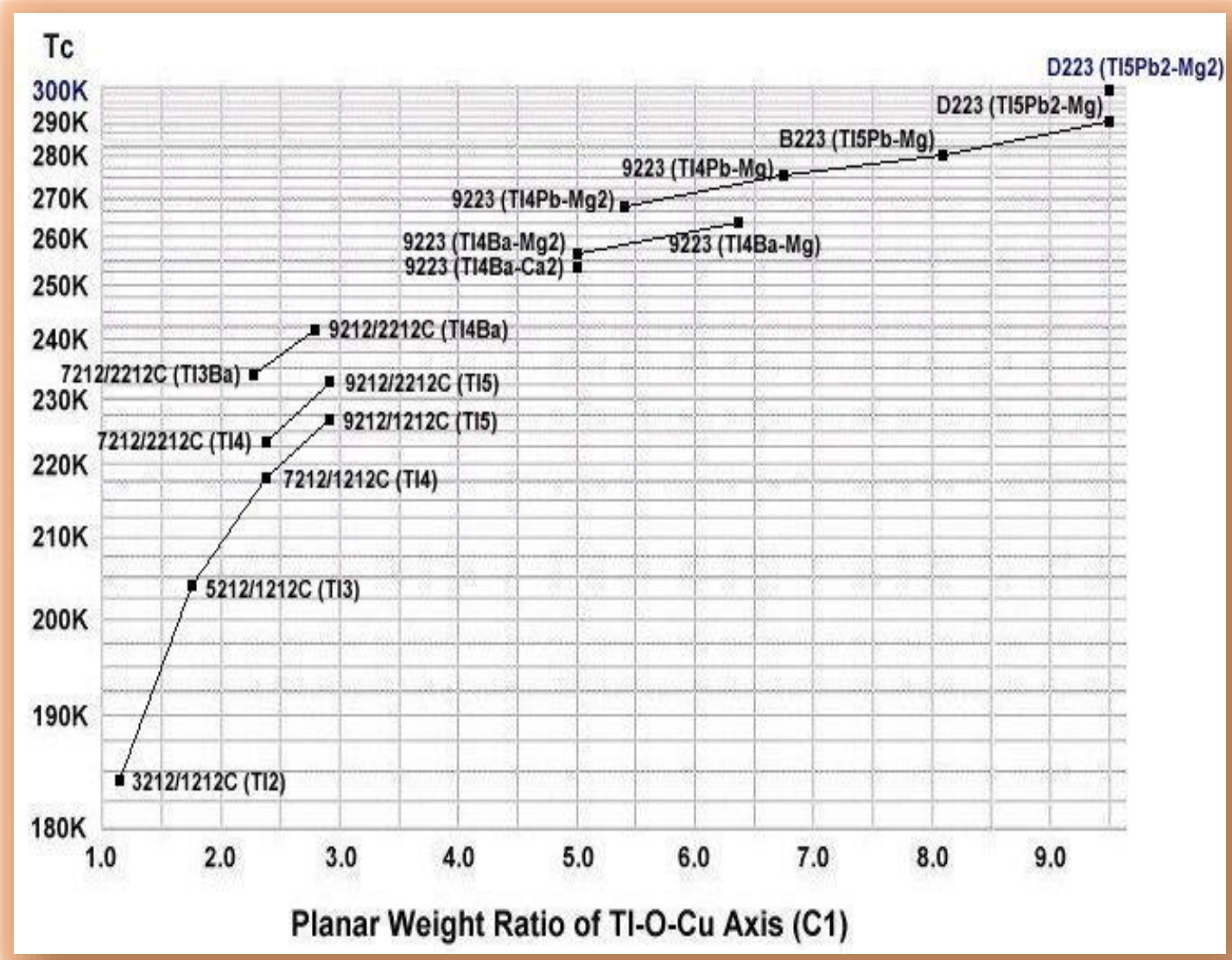
دستیابی به موفقیت در ابررسانایی دما بالا





$YBa_2Cu_3O_{7-x}$	(Y-123)
$Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+x}$	(Bi-2212)
$(Bi,Pb)_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+x}$	(Bi-2223)
$TlBa_2Ca_2Cu_3O_{9+x}$	(Tl-1223)
$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+x}$	(Tl-2223)
$HgBa_2Ca_2Cu_3O_{8+x}$	(Hg-1223)

روند پیشرفت ابررساناها در طی صد سال

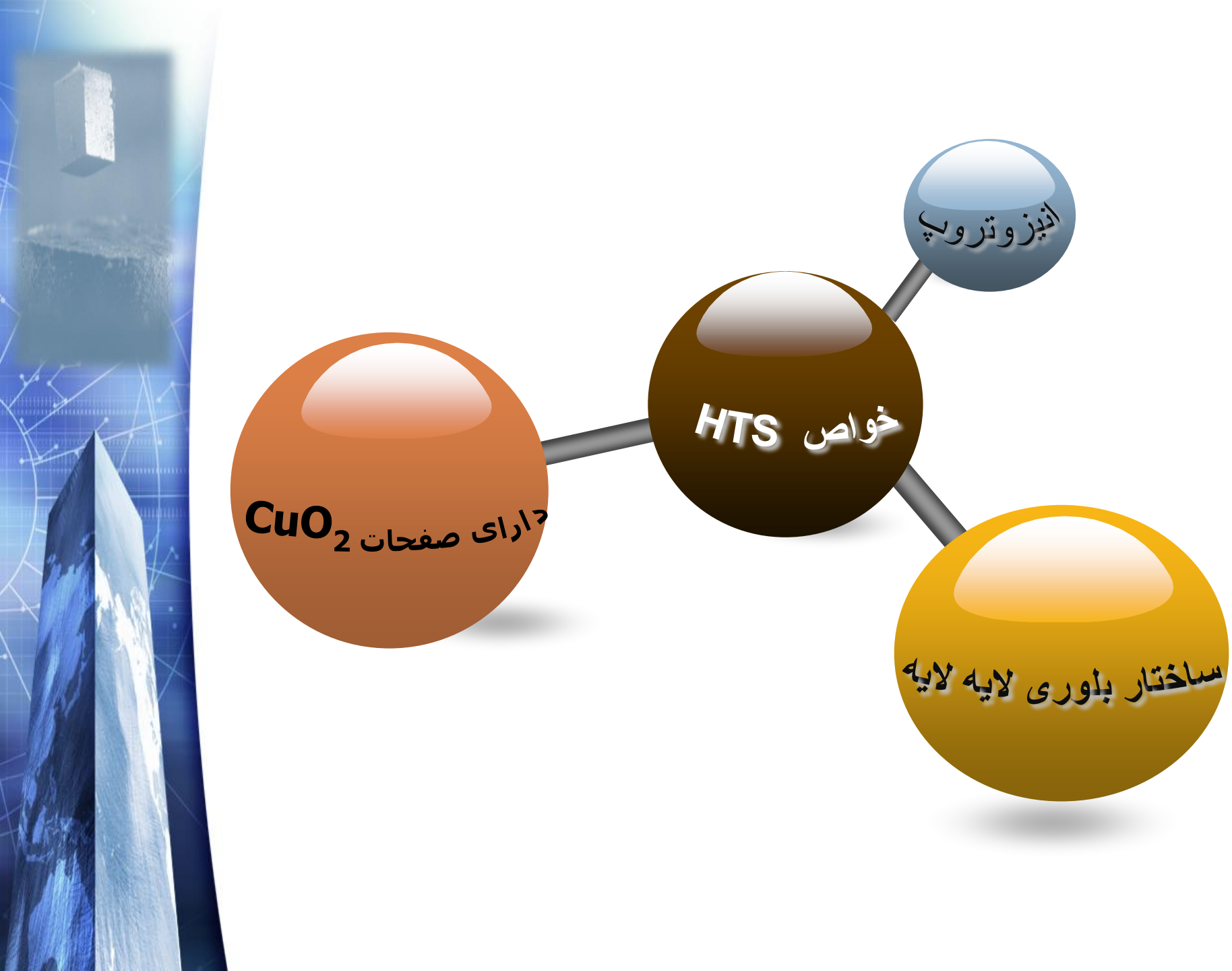


مزایای HTS

I. دمای گذار بالا
II. ذخیره انرژی در حجم کم
III. ساخت آسان با استفاده از روشهای معمول سرامیکی

محدودیت های HTS

I. پایین بودن چگالی جریان بحرانی
II. شکنندگی


خواص HTS
انیزوتروپ
دارای صفحات CuO_2
ساختار بلوری لایه لایه

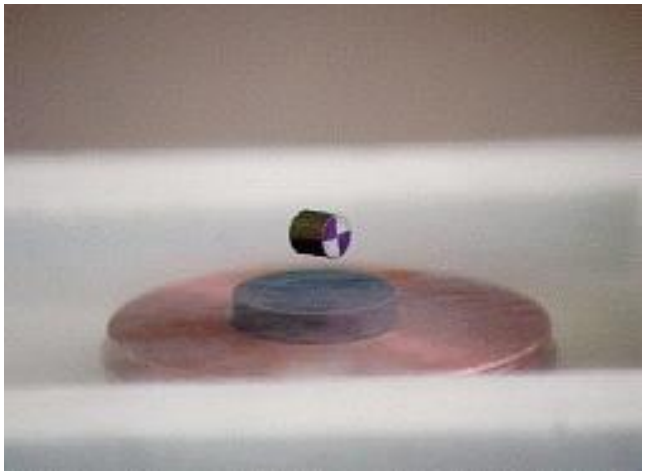
سازوکار ابررسانایی دما بالا

- هنوز یک نظریه میکروسکوپی قطعی در توجیه پدیده ابررسانایی دما بالا وجود ندارد.
- در HTSها علاوه بر برهمکنش الکترون – فونون ، برهمکنش مغناطیسی هم وجود دارد.
- وقوع برهمکنش ها در انرژی های بالاتر ، منجر به Tc بالاتر می شود.

www.Win2Farsi.com

سازوکار ابررسانایی دما بالا

- در ابررساناهای دما بالا ، عمق نفوذ(λ) و طول همدوسی(ε) به جهت بستگی دارند.
- معمولاً ε خیلی کوچک(تقریباً چند فاصله اتمی) و λ خیلی بزرگ (چند هزار برابر فاصله اتمی) است.
- در ابررساناهای دما بالا $\lambda/\varepsilon \gg 1$ است در نتیجه این مواد در زمره ابررساناهای نوع II قرار دارند.



روش های ساخت HTS

تک کریستال های بالک

اهمیت تک کریستال ها در تعیین نظریه های مختلف ابررسانایی است.
محدودیت ها:کیفیت ناکافی ، اندازه های کوچک ، گرانی

پلی کریستال های کلوخه ای

مزایا: ساخت آسان و ارزان، کنترل ترکیب نمونه، ساخت قطعات بزرگ، کنترل استوکیومتری تعادل اکسیژن
روشهای ساخت: واکنش حالت جامد ، روش شیمیایی رسوب و ...

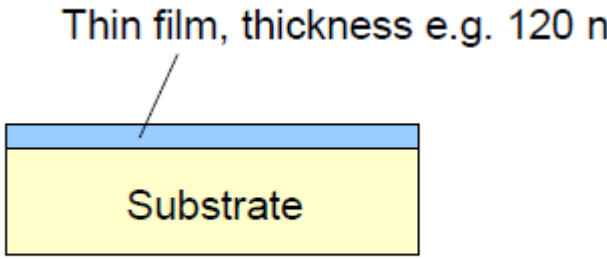
فیلم های نازک

مزایا: امکان مطالعه روی خواص انیزوتروپی ،کاربرد در صنایع مختلف
روش های ساخت: لایه نشانی از فاز مایع ، اسپاترینگ ، CVD ، لیزر پالسی

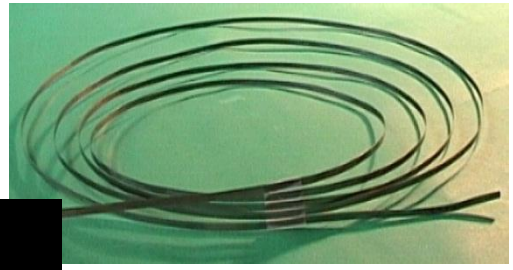
برخی از اشکال ماده جامد اکسیدی

Crystal

Molds made from pressed and sintered powder

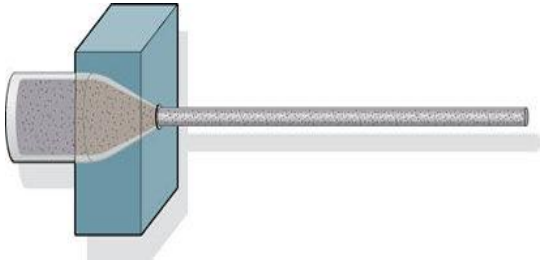


Thin films

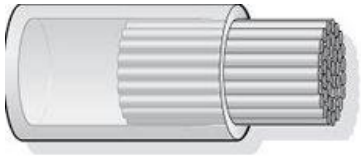


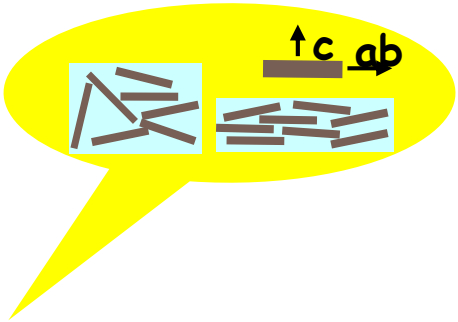
روش ساخت سیم

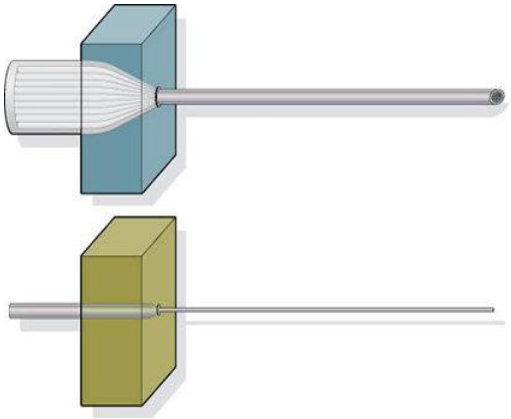
پر کردن لوله
نقره ای با
پودر Ni



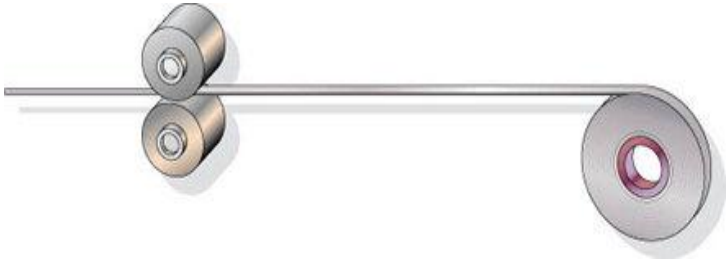
اکستروژن







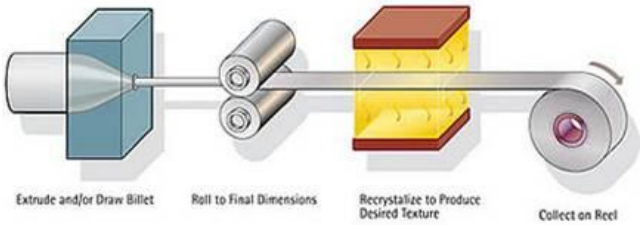
اکستروژن



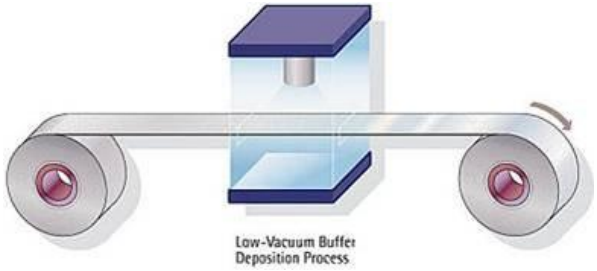
نورد – حرارت 800-900

لایه نازکYBCO

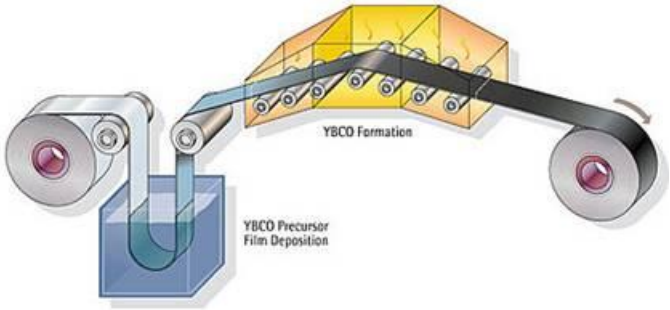
نوار Ni



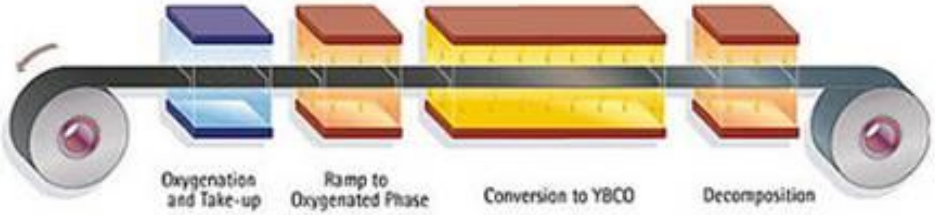
رسوب لایه بافر



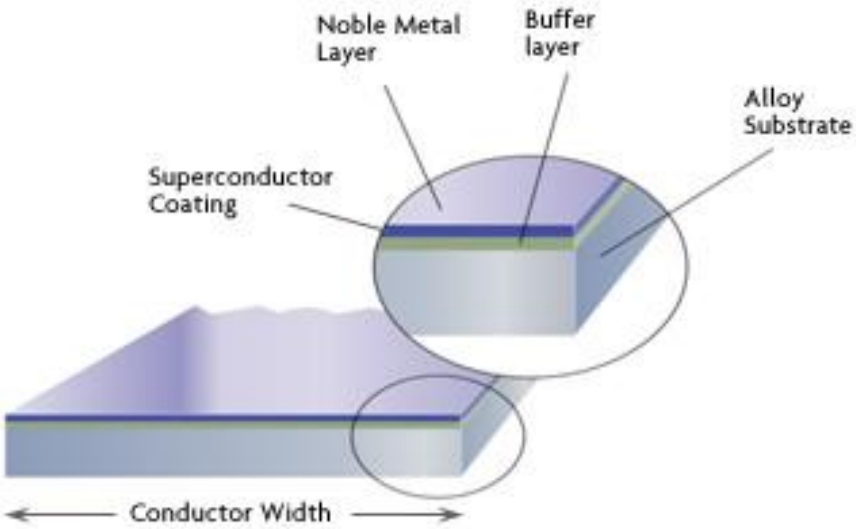
YBCO
ماده اولیه

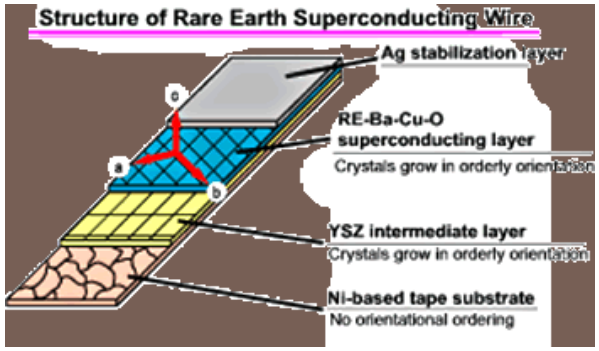


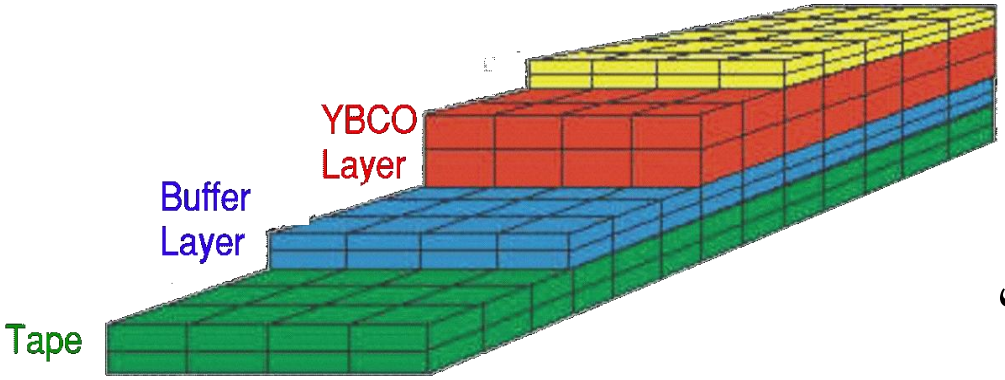
YBCO
oxygenation
and conversion



پوشش YBCO







- نورد
- لایه اکسید بافر ، حفظ بافت
- لایه YBCO

سيستم تبريد

يكي از مهمترين قسمت هاي تجهيزات HTS، سيستم تبريد است كه شامل قسمت هاي خنک كننده و مخزن نگه دارنده سرما است. نگهدارنده سرما ، همانند يک عايق سرما عمل مي كند و معمولاً از فولاد ضد زنگ ساخته مي شود و بايد قادر به تحمل تنش هاي دمايي باشد. در كاربردهايي كه نيازمند قابليت اطمينان بالاتري هستند، از نگه دارنده سرماي خلا استفاده مي شود.

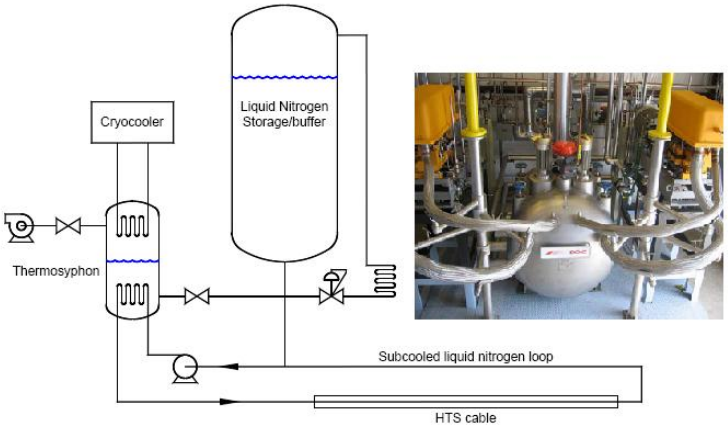
نوع سيستم خنک كننده بستگي به كاربرد دستگاه HTSدارد، يک خنک كننده در ساده ترين شكل، شامل يک ماده سرمازا است كه مي توان اين ماده سرمازا را، كه در حين كار گرم شده، مجدداً سرد كرده و به سيستم تزريق كرد (به صورت چرخشي) و يا اينكه از يك مخزن خارجي ماده سرمازاي جديدي براي سرد كردن به سيستم وارد كرد.

واحد تبرید

اولین سیستم تبرید
نیتروژن مایع با
200Wو77K HTS
محفظه خلا بالا قرار دارد

Gouge et al. (2003)

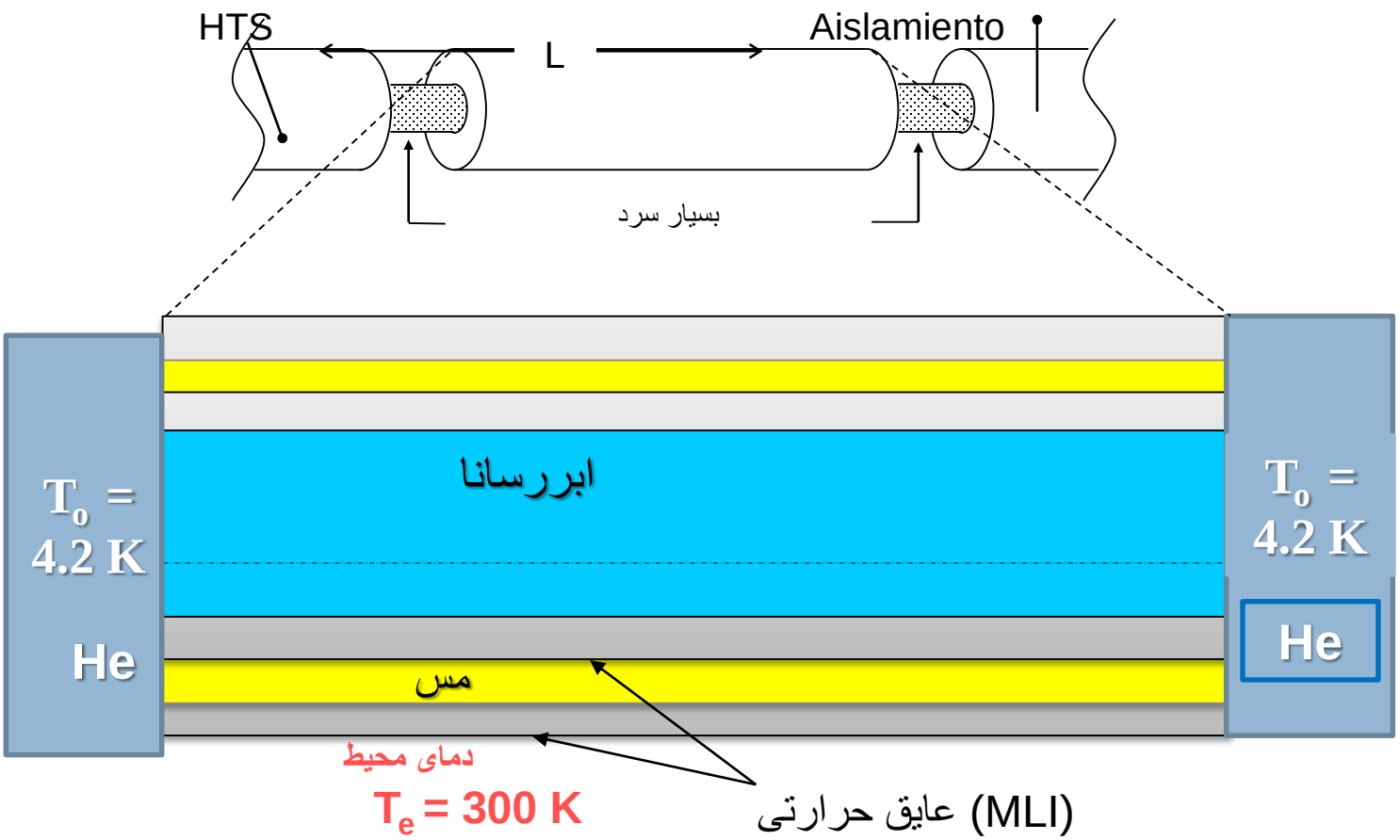
اولین واحد بزرگ
و 1200 Wتبرید با
130K



Lee R. C et al. (2006)

سیستم تبرید کابل HTS

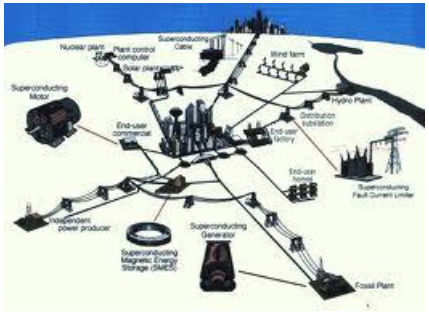
- در هر فاصله به طول L یک خنک کننده استفاده می شود..
- هیچ جریان محوری از نیتروژن یا هلیوم مایع وجود ندارد.

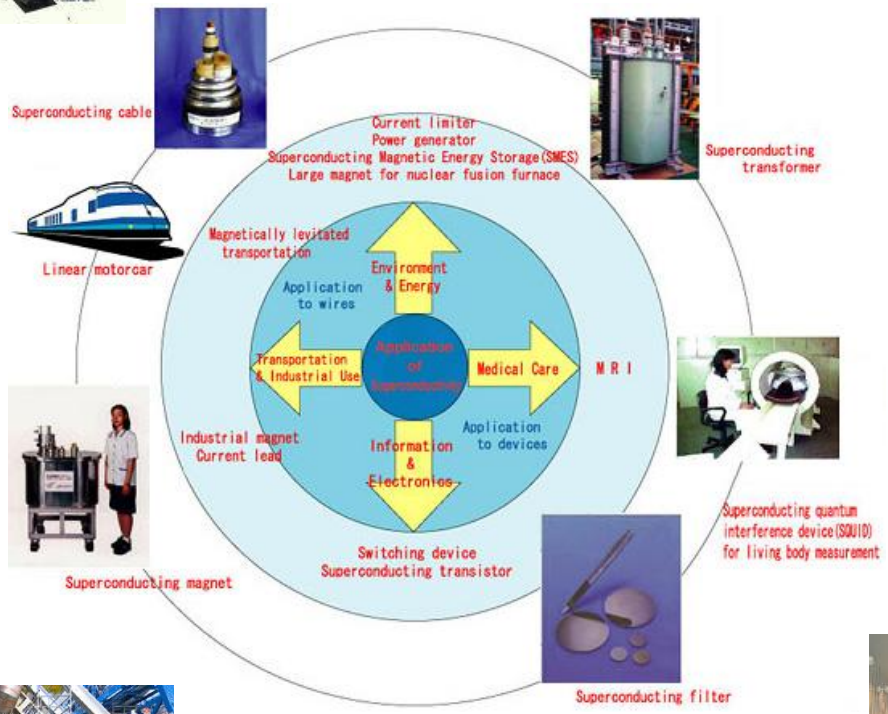


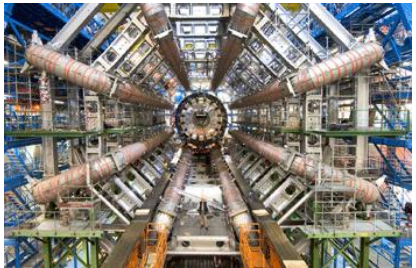
- حرارت مس در کانال محوری

Posada, Kim & Manousiouthakis, 2006

کاربرد های ابررسانا

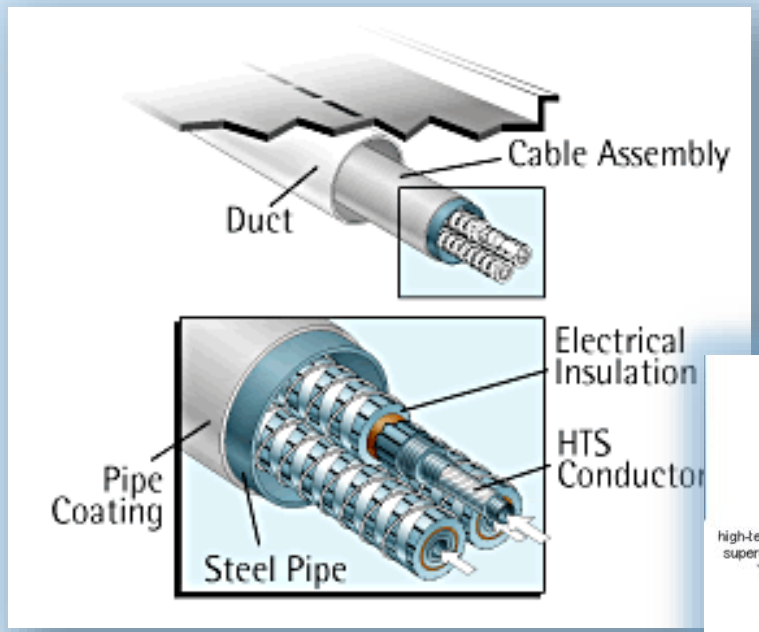


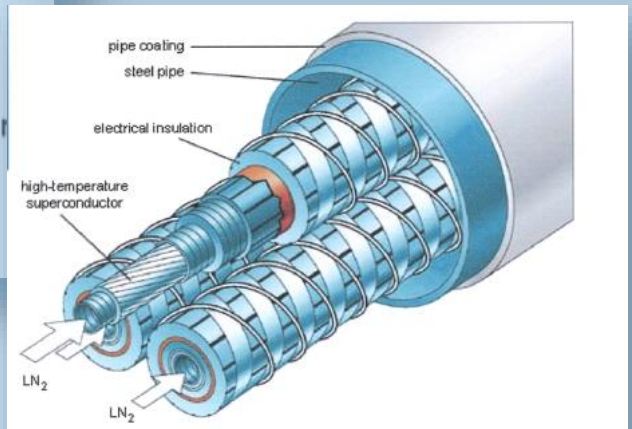




کابل جریان برق

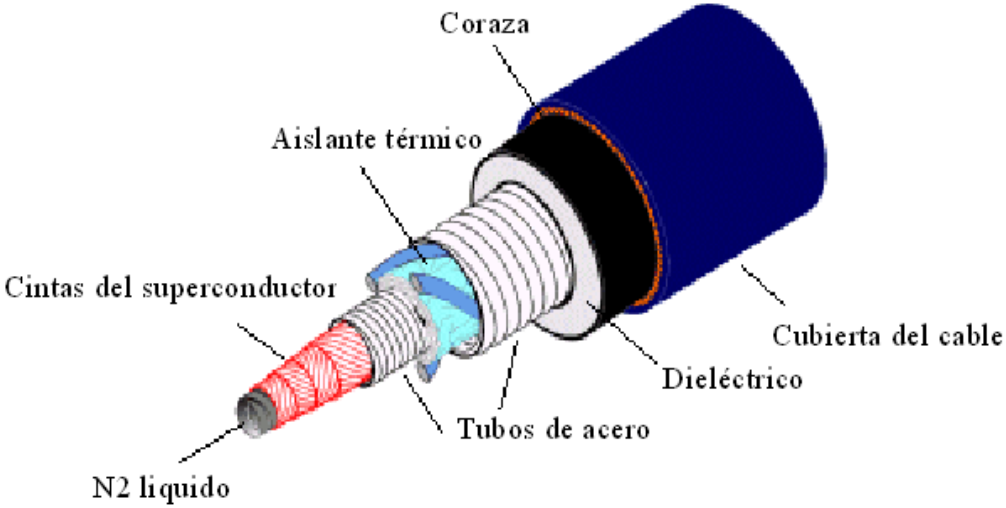
این ترکیب با استفاده از نیتروژن مایع تا درجه منفی 185 درجه سیلسیوس سرد می شود تا به یک ابررسانا تبدیل شود، به این معنی که می تواند برق را بدون هیچ مقاومت و اتلاف انرژی هدایت کند





The cross-section of a three-core HTS cable showing the liquid-nitrogen (LN_2) ducts along the core of each cable, and the spirally wound high-temperature superconductor tapes.

کابل های HTS



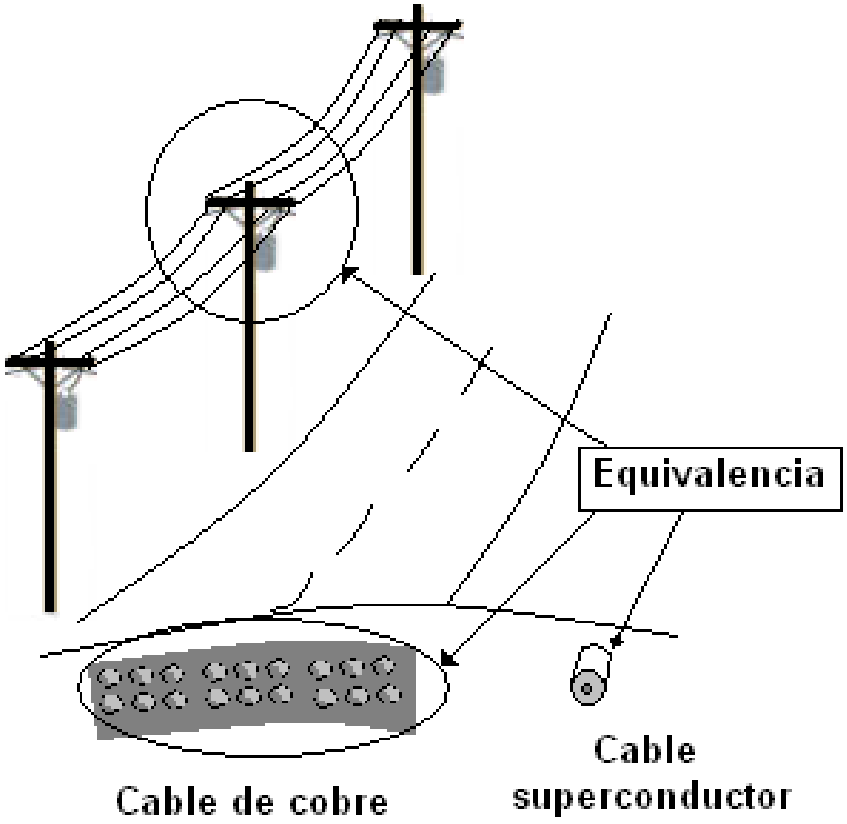
جریان محوری(پمپاژ)

1999سیستم تبرید

2007 سیستم تبرید

- پمپاژ مایع سرد کننده از طریق کابل مرکزی

کابل های HTS



انتقال جریان الکتریکی تا 10 برابر افزایش میابد .

وضعیت فعلی — HTS

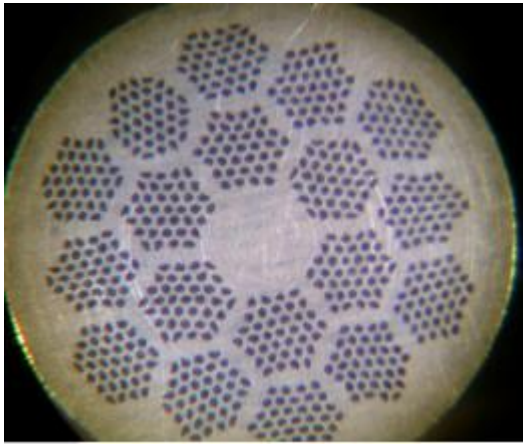
Bi-2212

- استفاده به شکل سیم
- کاهش تلفات

⇒ مناسب برای چندین سیم پیچ

⊗ هنوز در حال توسعه

NEXANS Bi-2212 Wire



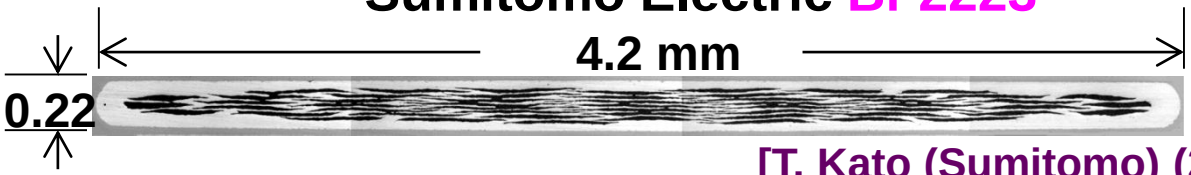
0.8 mmϕ
18 sub-element each of 37 filaments

موتور HTS بزرگ

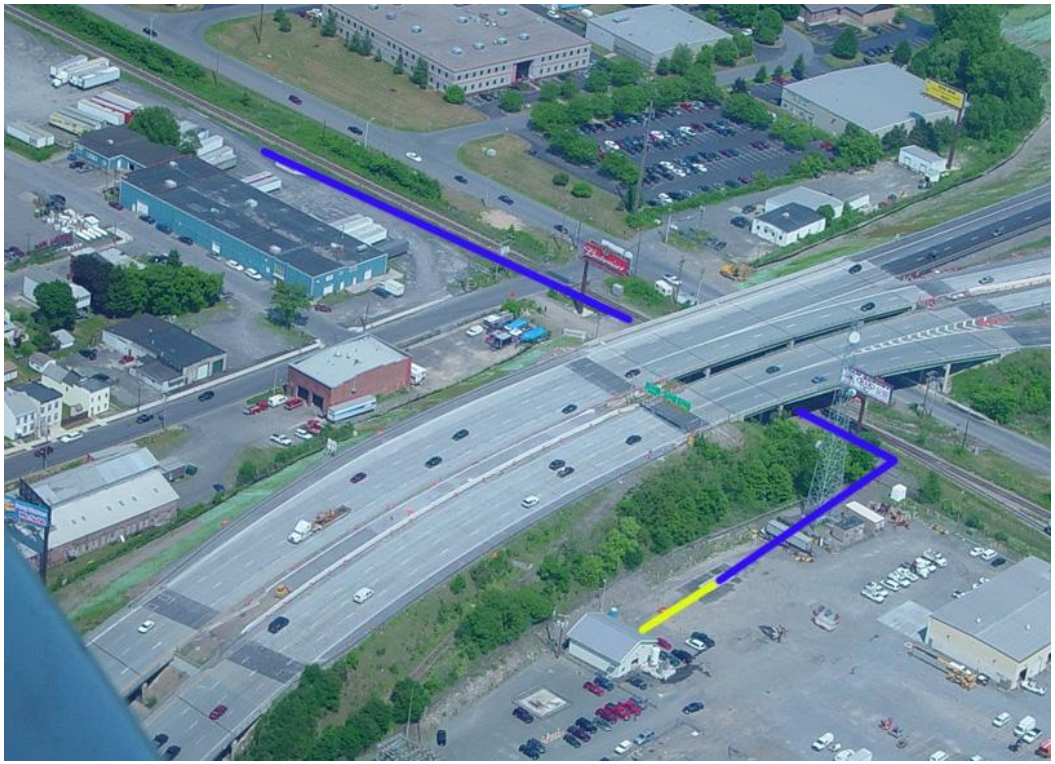
37MW HTS (Bi-2223) superconducting rotor for Navy ship – ready for test 2007

کابل برق HTS بزرگ

Sumitomo Electric Bi-2223

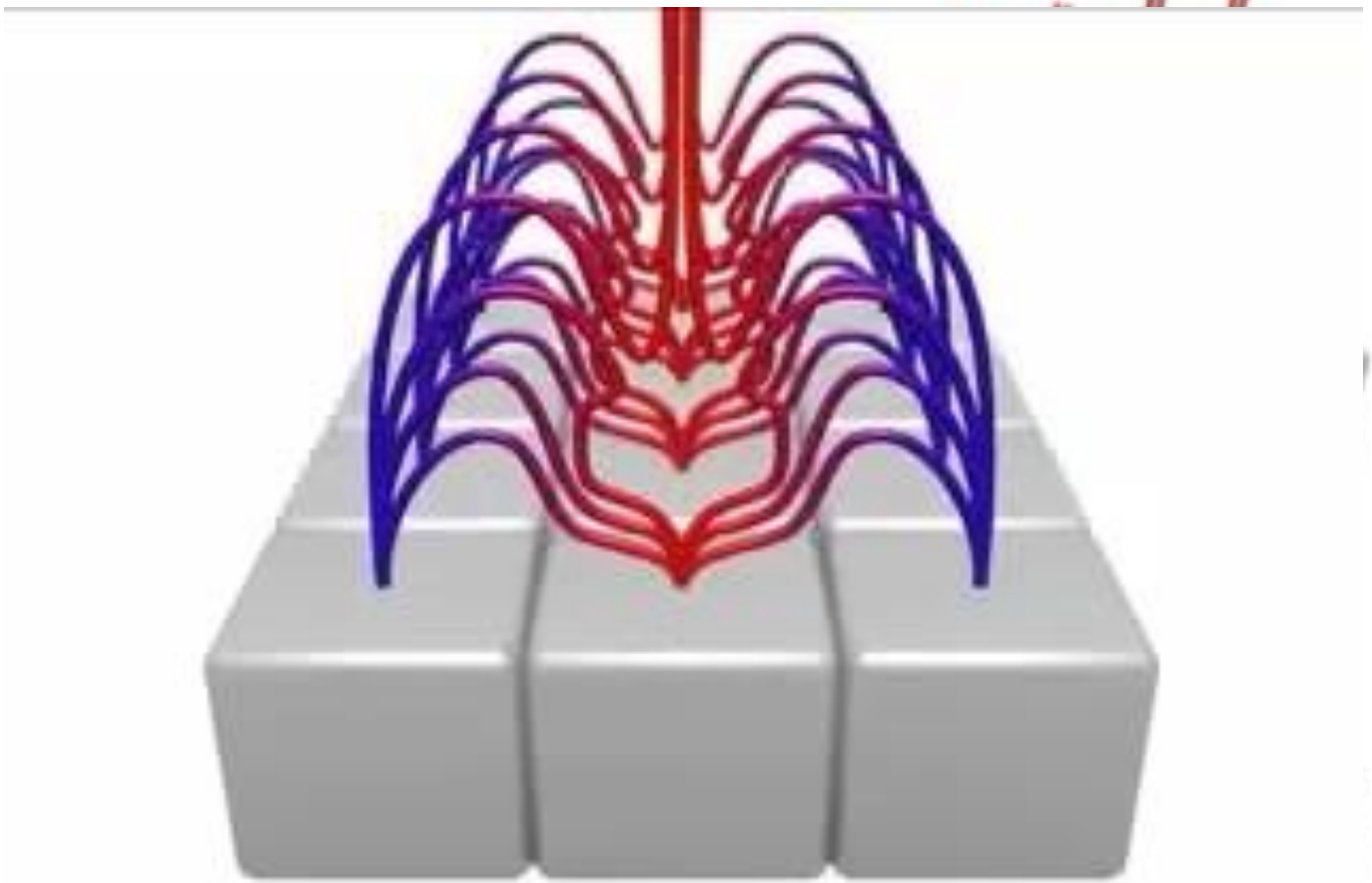


[T. Kato (Sumitomo) (2006)]



Bi-2223 cable -Albany New York – commissioned fall 2006

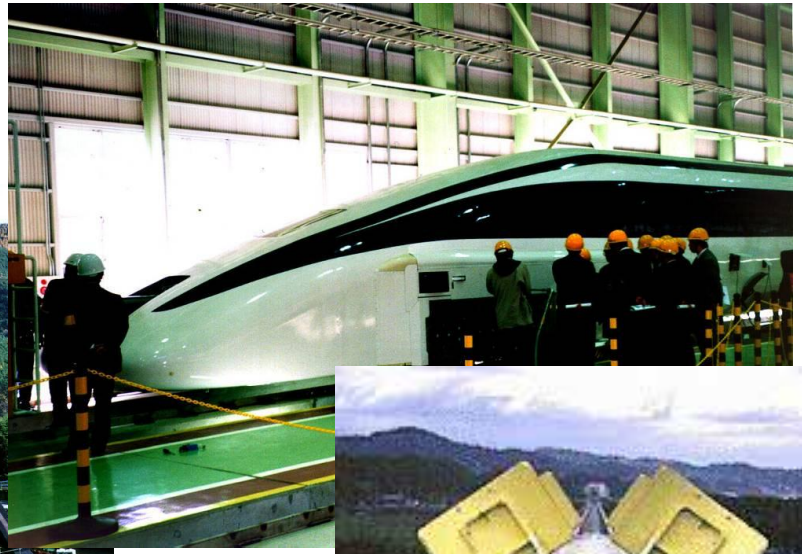
قطار ماگلو



add more magnets to make the track

1917 - Dreams of Maglev Trains

قطار ماگلو



The Yamanashi MLX01MagLev Train

ایران مواد
Iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

مراجع

- PRESS RELEASE – MARCH 24, 2011 Contact: Melinda Lee, Media Manager, melinda.lee@slac.stanford.edu, (650) 926-8547
- Ramesh Gupta, BNL, High Temperature Superconductors in Future Accelerator Magnets, NSCL, 5/28/03
- PES 415 / Phys 515 Solid State Physics LabSpring 2005*High Temperature Superconductivity*
- G. Bednorz and K. A. M¨uller, Z. Phys. B 64 (1986) 189D. D. Pollock, "Physics of Engineering Materials" (Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ,1990). - theory and applications
- A. M. Wolsky, R. F. Giese, and E. J. Daniels, "The New Superconductors: Prospects forApplications", Scientific American 260, 61 (February, 1989).