كاربردهاي ليزر در نانوفناوري

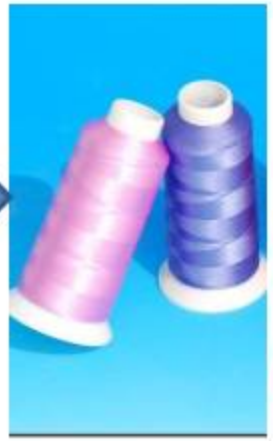
مهدي رنجبر
دانشكده فيزيك
دانشگاه صنعتي اصفهان

چهاردهمين نشست باشگاه فيزيك اصفهان
ارديبهشت 1391

دنياي ريز، فرايندهاي بزرگ

اگر بتواند

20000 m^2



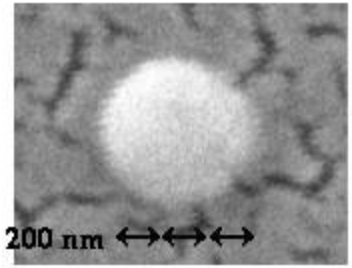
کيفيت؟؟
بدون نقص؟؟؟
؟؟؟؟؟؟؟؟؟قابل بازيافت
کاملا طبيعي؟؟

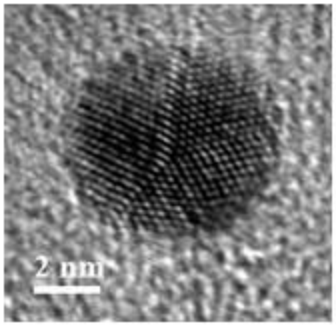
5 cm^2

مي تواند

✓بهترين کيفيت
✓بدون نقص
✓قابل بازيافت
✓کاملا طبيعي

نانوتكنولوژي چيست





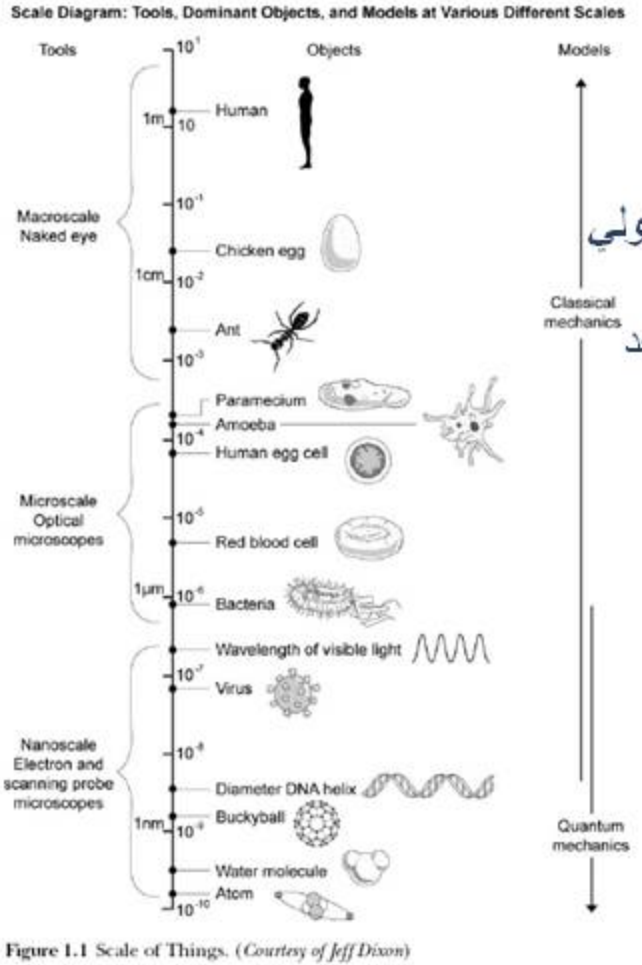


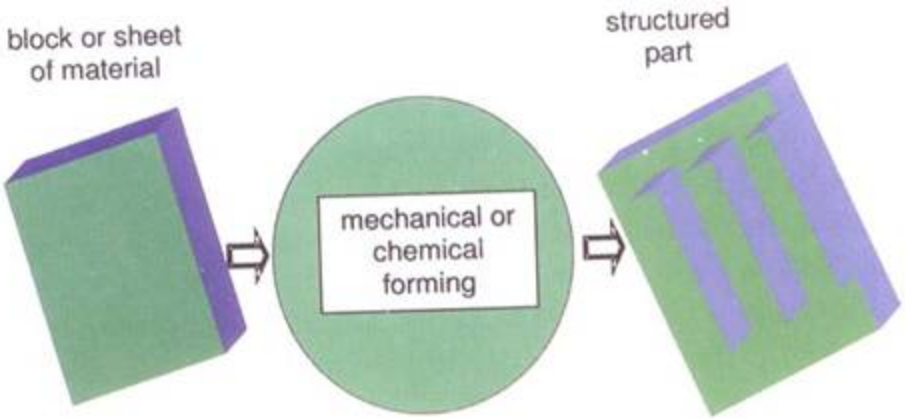
Figure 1.1 Scale of Things. (*Courtesy of Jeff Dixon*)

توانايي دستكاري مواد در مقياس اتمي و ملكولي
نانوتكنولوژي با توسعه مواد، ابزار ها و ساير ساختار هايي سروكار دارد كه حداقل در يك بعد ابعادي بين 1 تا 100 نانومتر داشته باشد.

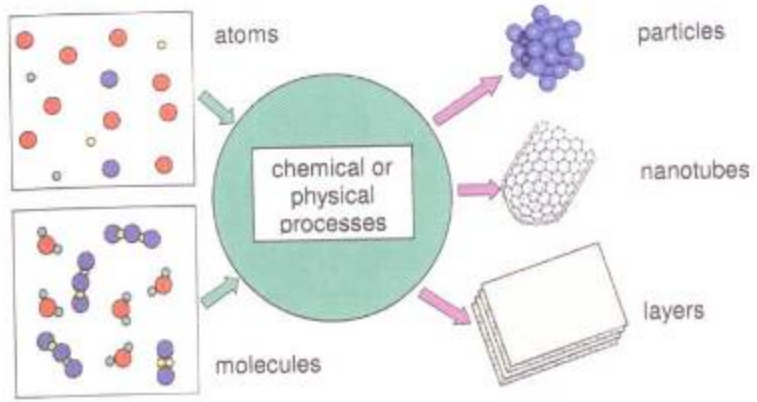
ذرات ريز: 100-2500 nm
نانوذره: 1-100 nm
اتمها و ملكولها <1 nm

ذرات ريز
نانوذرات
نانوخوشه ها
نانوكريستالها
نانوپودر

ساخت نانوذرات

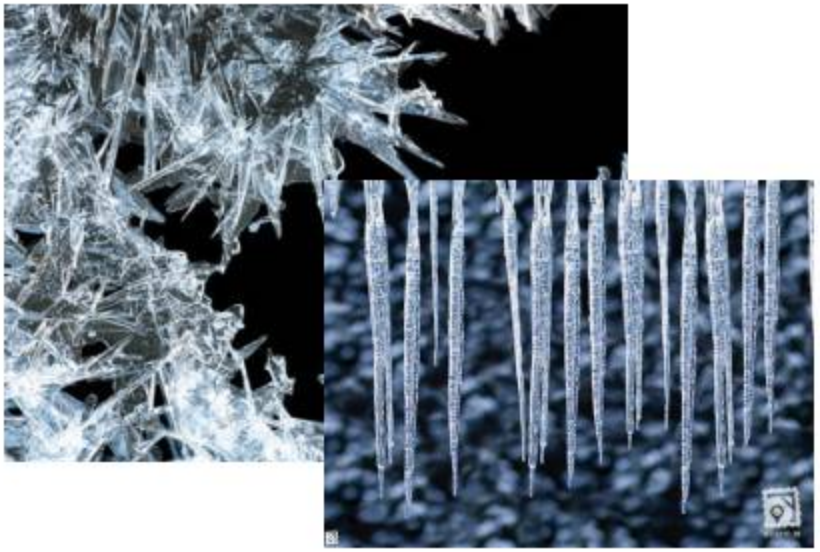


بالا به پايين
ايجاد سيستمهاي نانومتري از قطعات بزرگتر

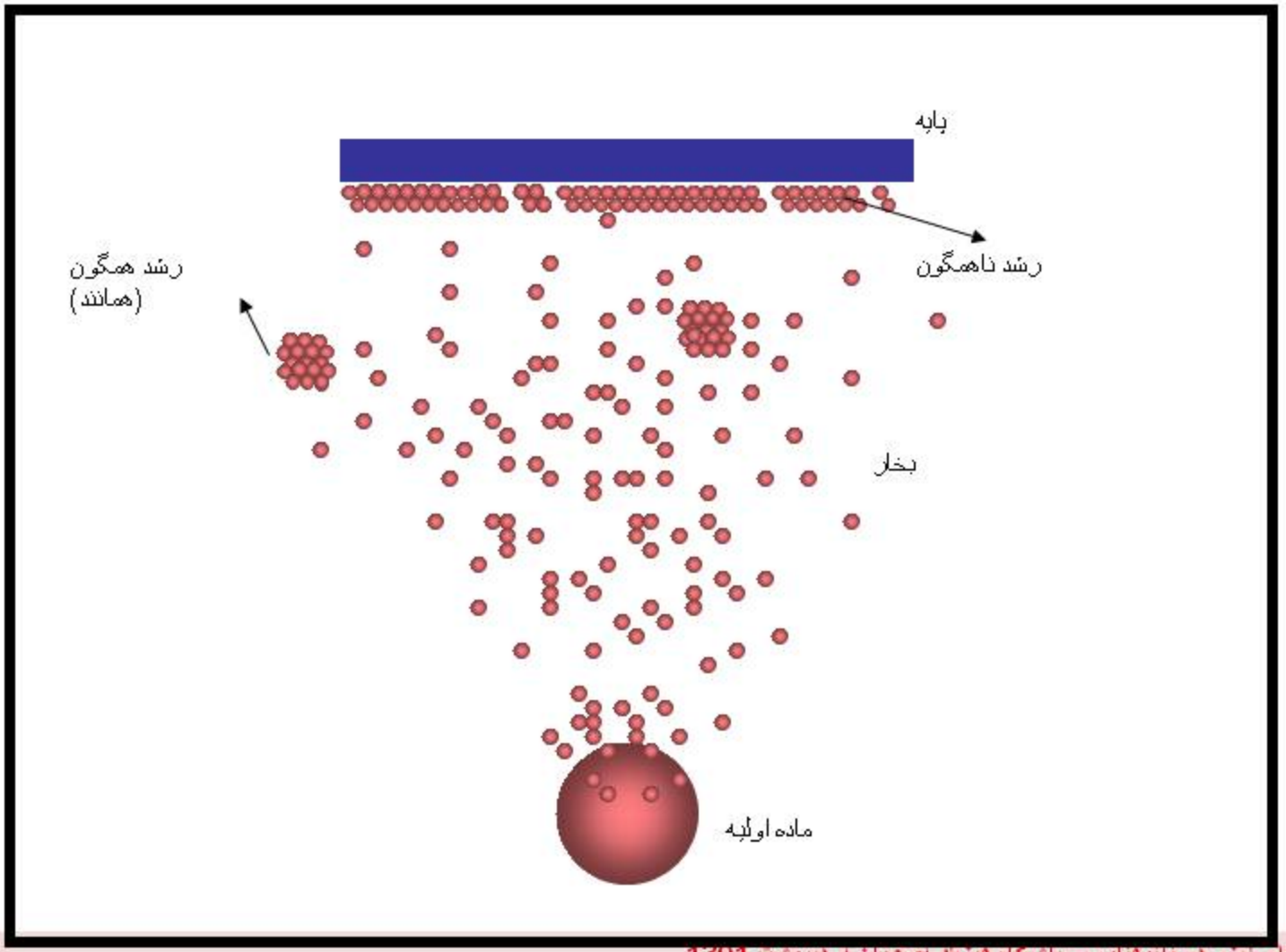


پايين به بالا
به منظور چينش عناصر كوچك براي ساخت
سيستمهاي نانومتري

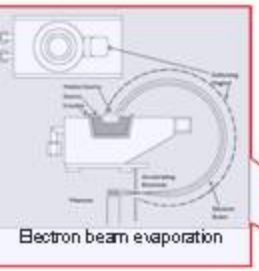
دانه بندي و رشد



دانه بندي و رشد مواد جامد
تبخير



تبخير حرارتي



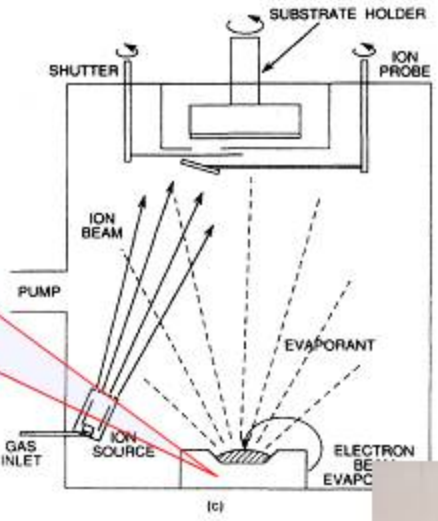
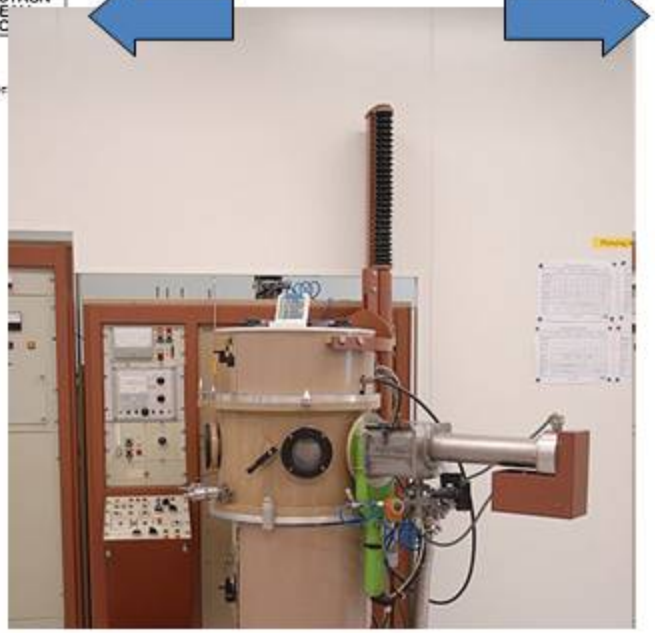
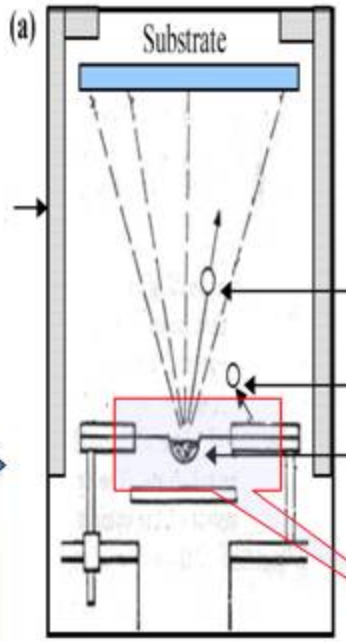
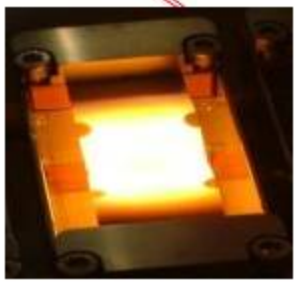


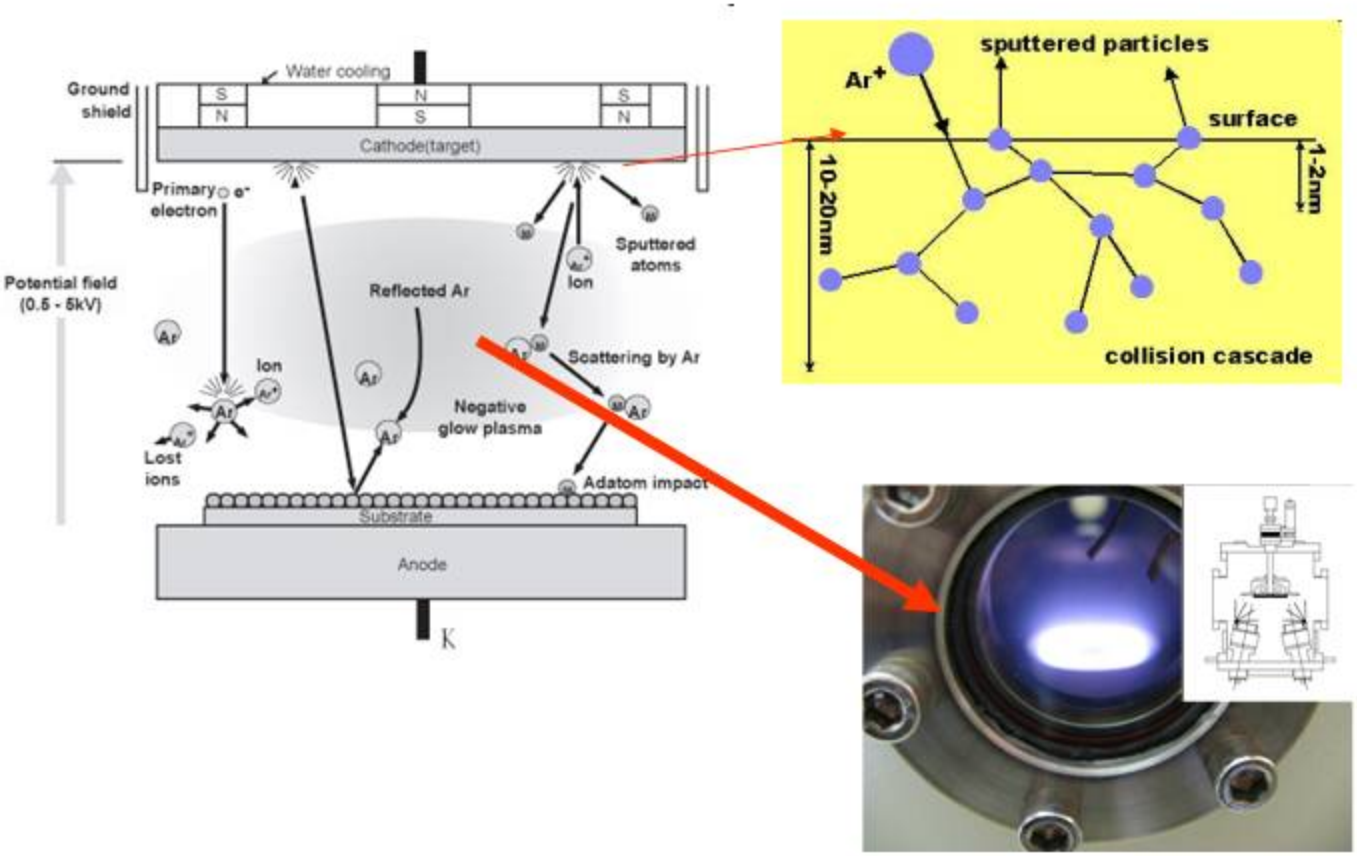
Figure 3-18 Ion-beam-assisted deposition employing an e-gun evapor







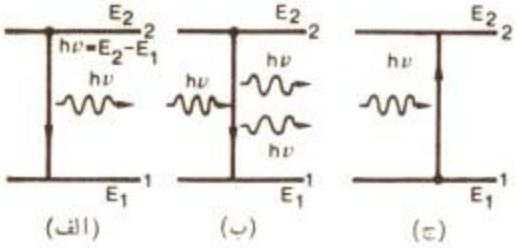
تبخير حرارتي



Sputtering

ليزر چيست؟

Light Amplification by Stimulated Emission Radiation (LASER)



شكل ۱.۱ نمايش طرح كلي سه فرايند: (الف) گسيل خود به‌خود؛ (ب) گسيل القايي؛ (ج) جذب.

- ليزر ابزاري است كه مي تواند تابش نور از طريق يك فرايند تقويت مبتني بر تابش القايي داشته باشد
- در فرايند تابش القايي فوتون فرودي باعث گذار الكترون از تراز بالا به پايين مي شود و فوتون ساطع شده با فوتون اوليه هم فاز است.
- اجزاي اصلي ليزر
  - ماده فعال
  - سيستم دمش
  - سيستم تشديد

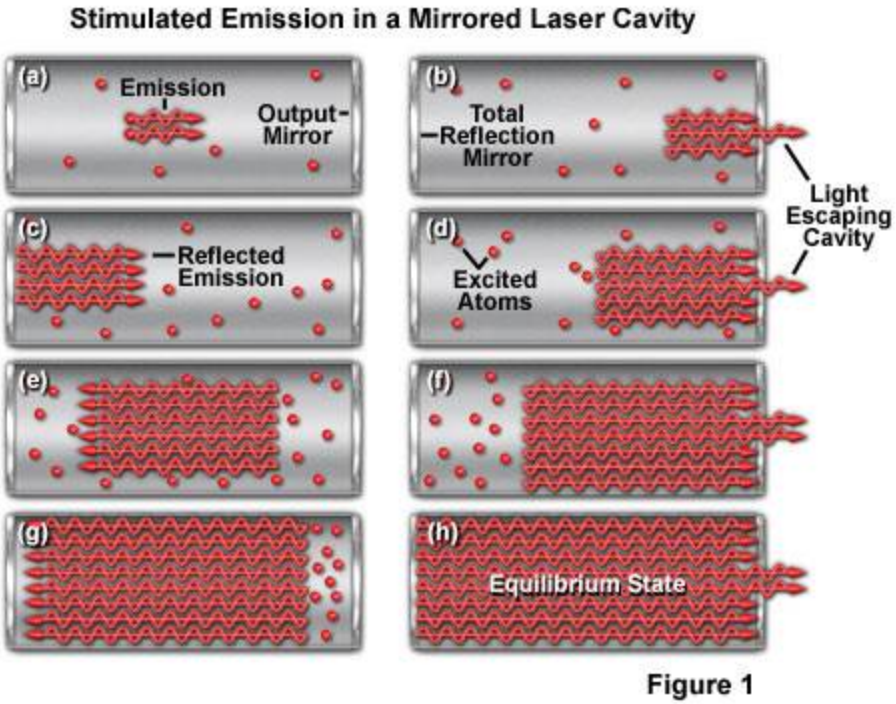
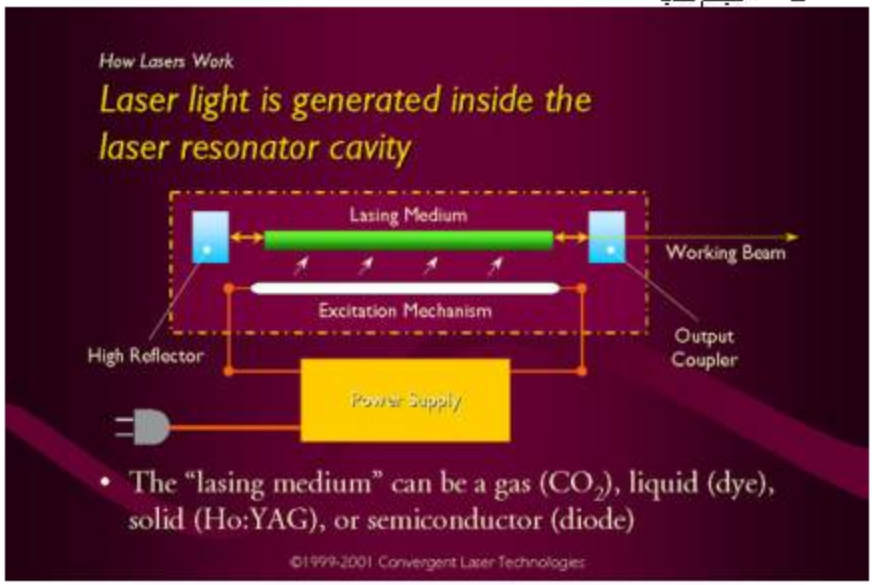
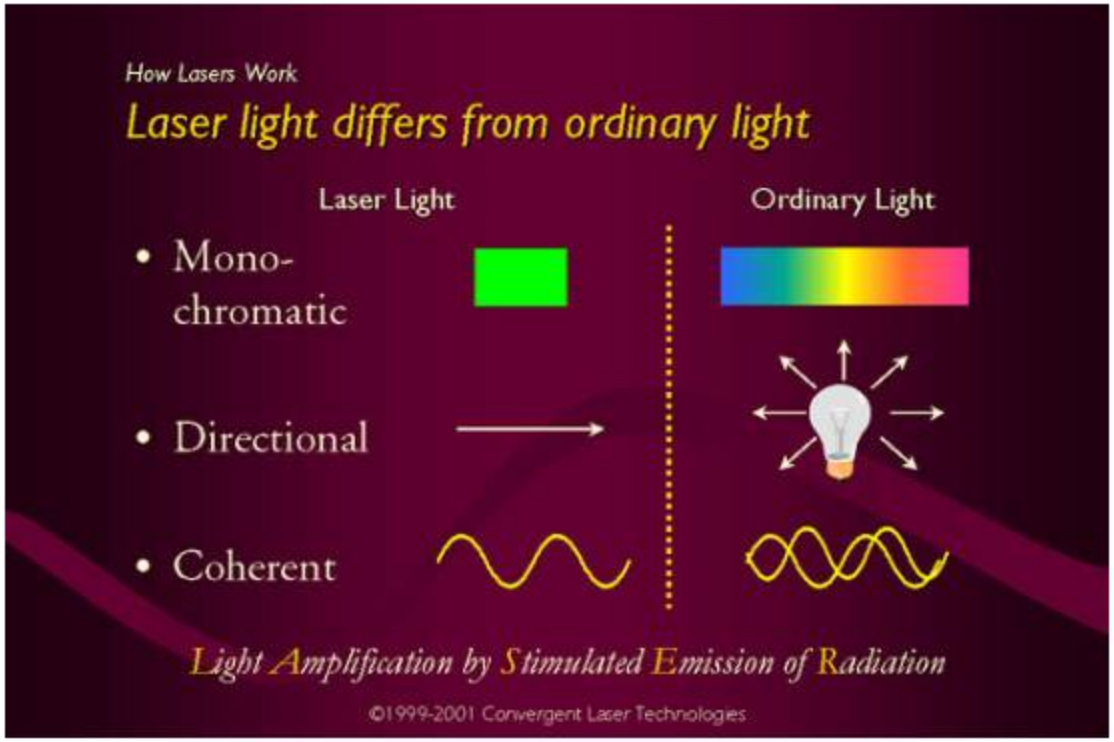


Figure 1



تفاوت نور ليزر با نور معمولي

الف) نور ليزر تك فركانس است
ب) نور ليزر جهت مند است
ج) نور ليزر همدوس است



انواع ليزر:

ليزرها بر اساس طول موج و توان مورد نياز و البته كاربردشان بسيار متنوع هستند. شايد چند صد نوع ليزر تاكنون ساخته شده باشد كه جز دسته هاي زير هستند:

ليزرهاي گازي

ليزرهاي حالت جامد

ليزرهاي نيمه هادي

ليزرهاي شيميايي

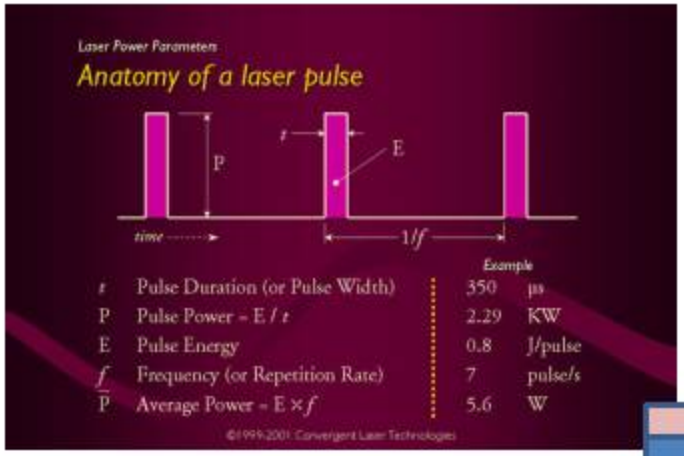
ليزرهاي رنگي

ليرهاي بخار فلز

عملكرد ليزرها

- ليزرهاي پيوسته: ليزرهايي كه توانشان بر حسب زمان ثابت باشد
- ليزرهاي پالسي: هر ليزر غير پيوسته، كه انرژي آن با آهنگ تكرار مشخصي منتشر شود (انرژي محدودي را در فاصله زماني بسيار كوتاه از مرتبه نانوثانيه يا كمتر مي توانند منتقل كنند)

ليزر پالسي



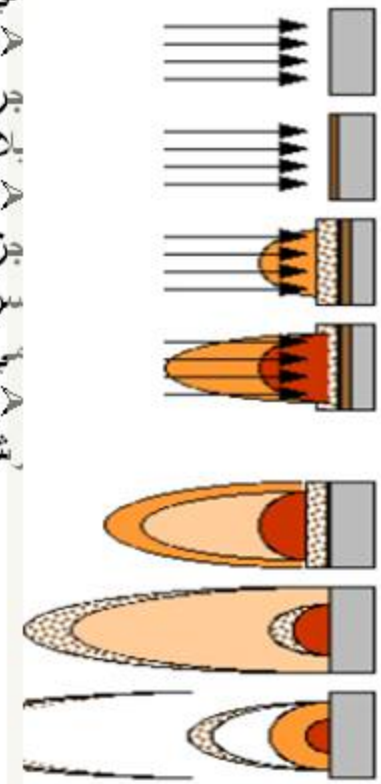
ليزرهاي پالسي مي توانند انرژي محدودي را به تعداد بسيار اندكي از اتمهاي سطح ماده منتقل كنند. اين مقدار انرژي كافي است تا دماي آنها را تا چند هزار درجه سانتيگراد افزايش دهد. بنابراين هر ماده اي كه بتواند نور را جذب كند صرف نظر از نقطه ذوب آن در سطح خود تبخير خواهد شد.

مزيت هاي ليزر پالسي

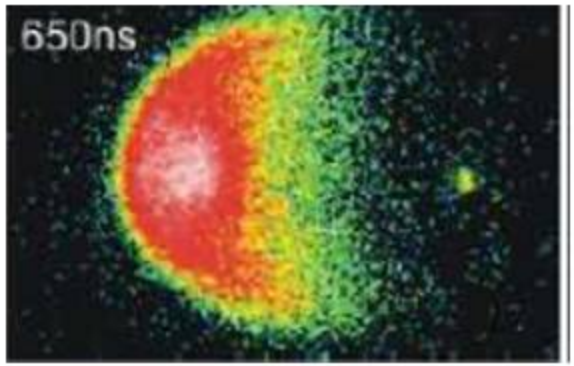
- قابليت توليد نانومواد
- قابليت تبخير تقريبا تمام مواد
- خلوص بالاي توليد
- قابليت كنترل تركيب و ريخت مواد
- ساخت ابررساناهاي دماي بالا
- فرايندهاي سنتز واكنشي

معايب

- گران بودن
- نگهداري
- خطرات بالقوه
- پارامترهاي كنترلي متنوع

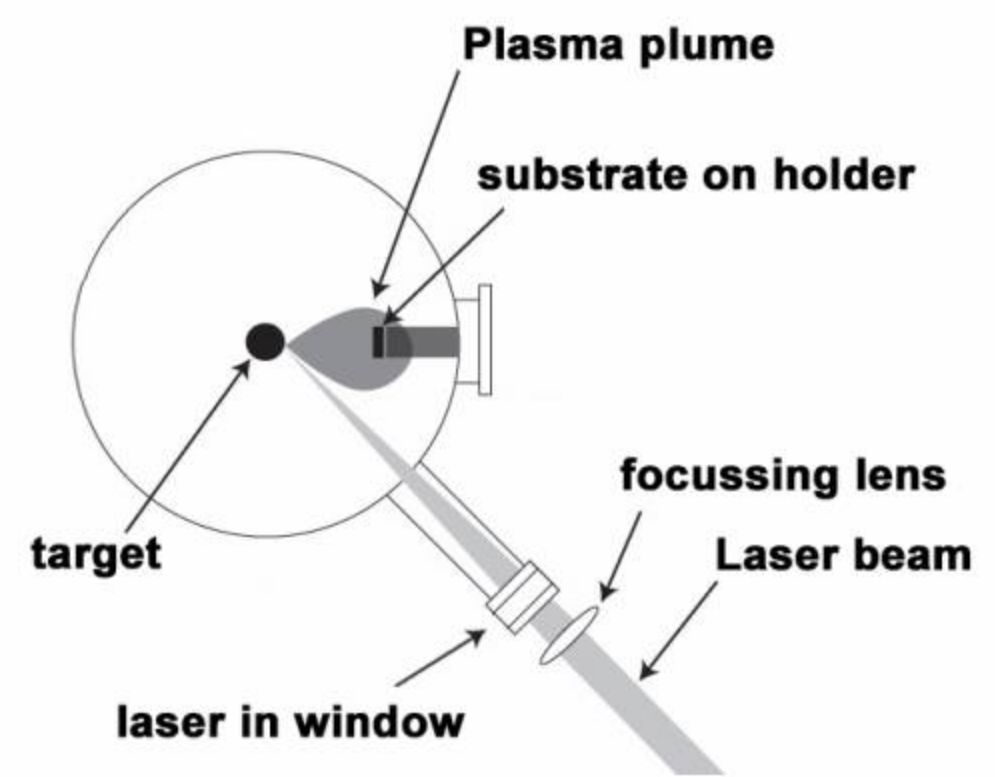


- انرژي ليزر توسط سطح جذب مي‌شود.
- يک تغيير فاز ناگهاني: مقداري از جرم هدف به صورت انفجاري به پلاسما تبديل مي‌شود
- فاز پلاسمايي تشكيل شده به طور جزيي انرژي ليزر را جذب كرده و تا سرعت‌هاي مافوق صوت شتاب مي‌گيرد.
- پلاسما با چگالش سريع منجر به رشد همگون يا ناهمگون مي شود



تجهيزات

ليزر پر توان
ادوات اپتيكي
ماده هدف
ماده ميزبان
سيستمهاي كنترل اتمسفر



ساخت لایه‌ها/PLD/تجهیزات و چیدمان

محفظه **40** لیتر پمپ: روتاري ، توربو

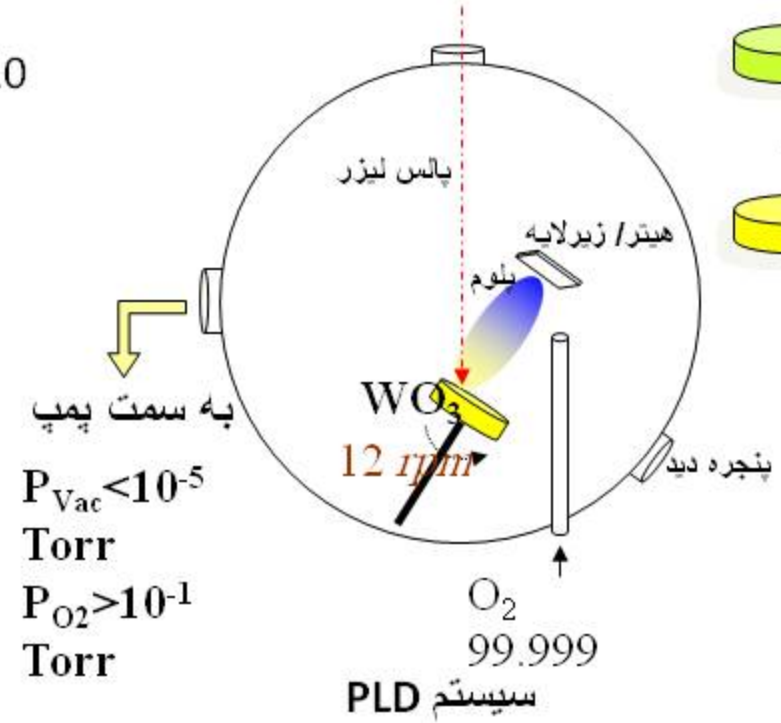
5 gr of 99.999 WO_3 Powde

↓ **2MPa**

↓ **T=1000 C**

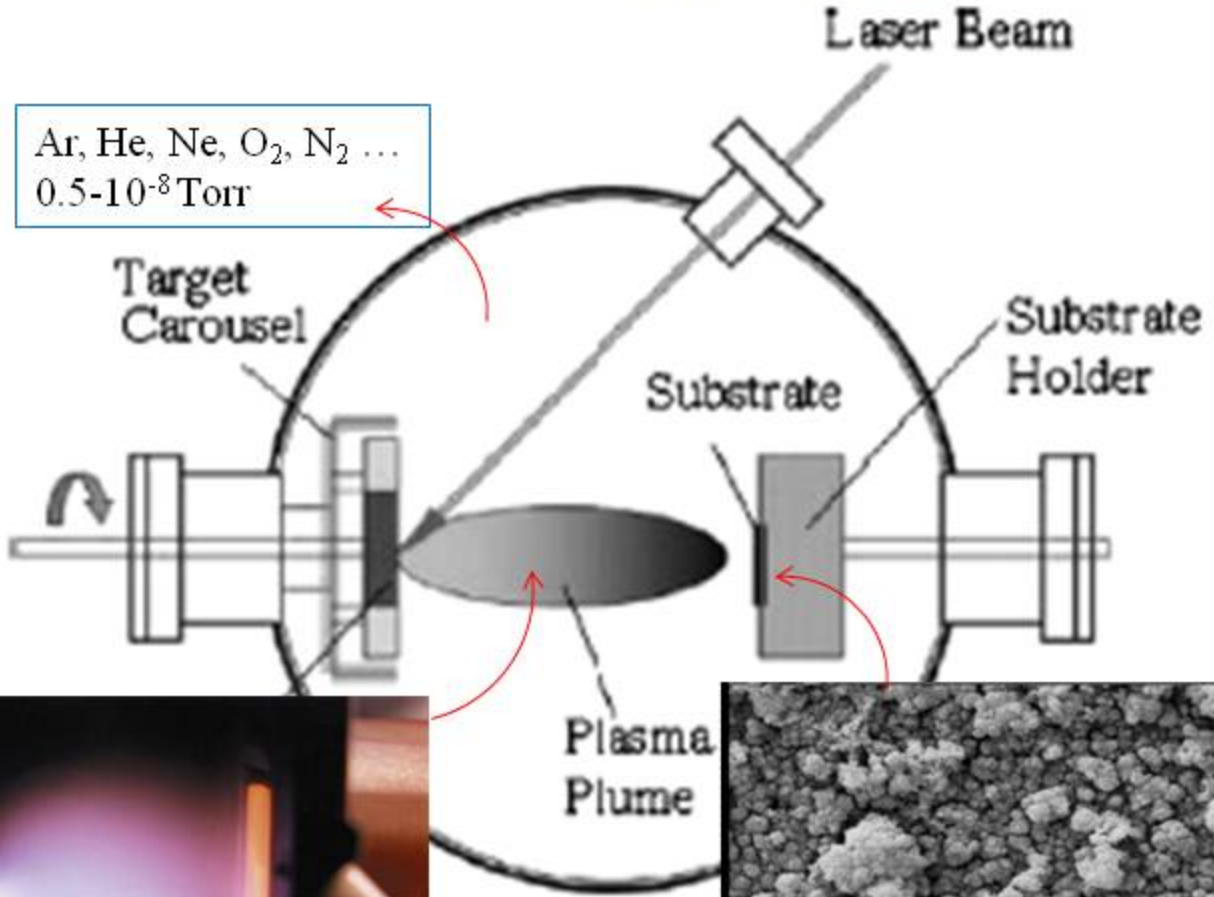
8 hours

Nd:YAG 1064 nm 130 mj/p 1-10 Hz

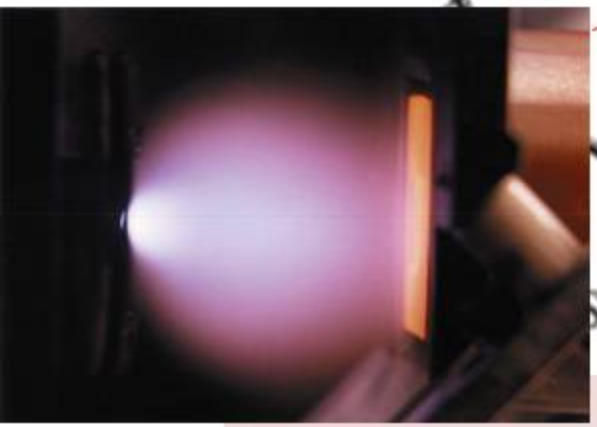


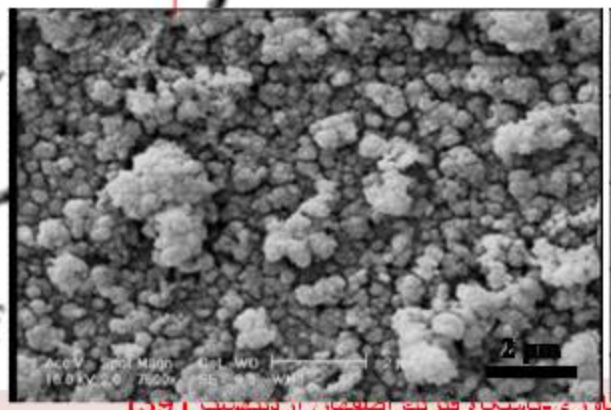
لايه نشاني ليزرپالسي

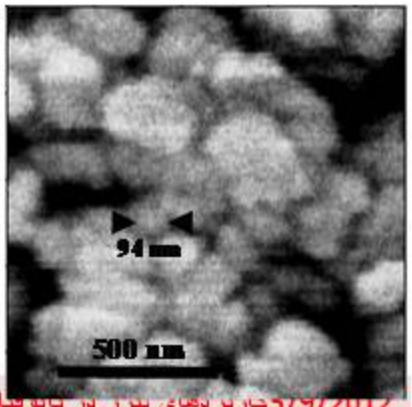
سطوح و لايه هاي نازك

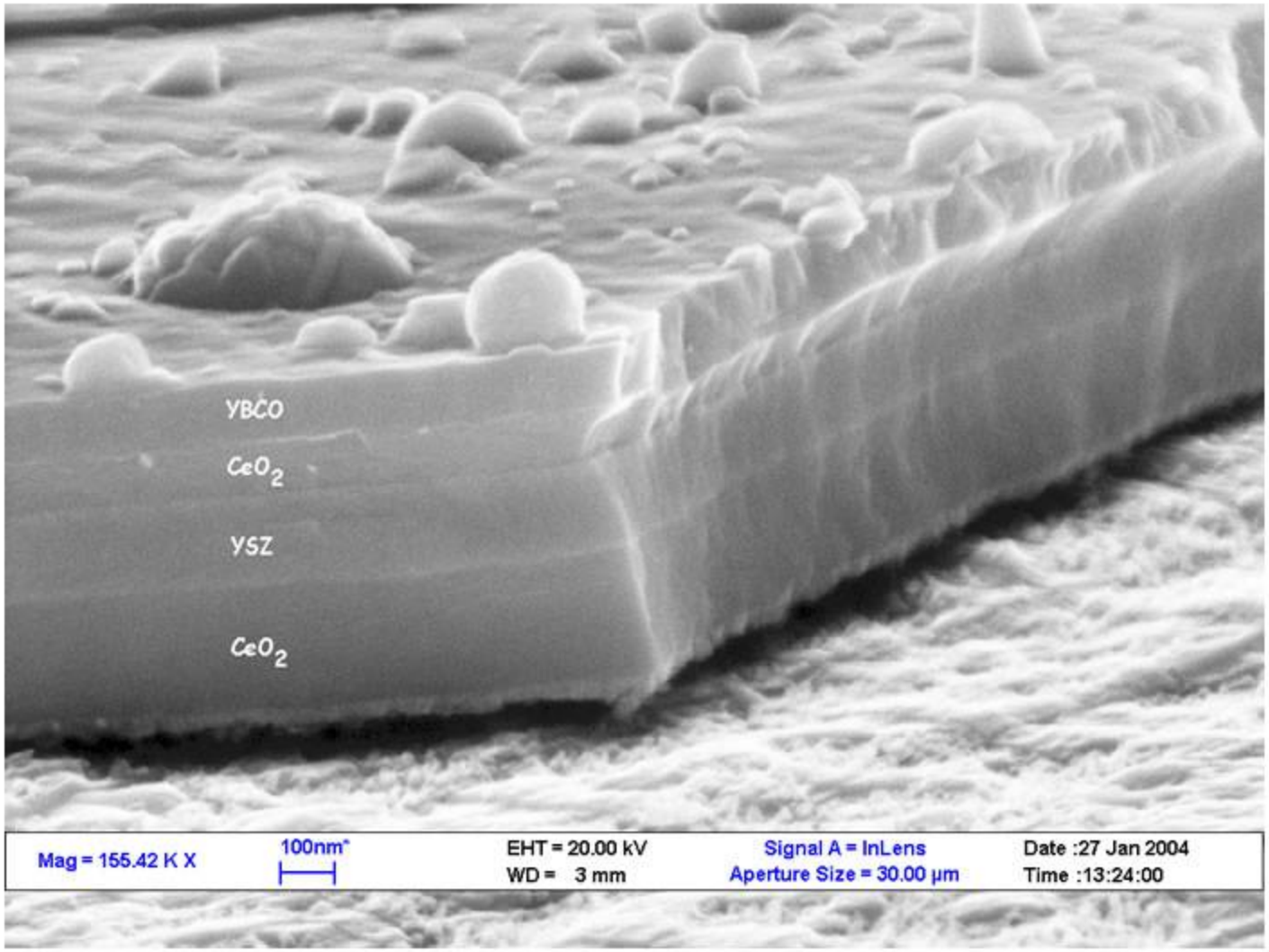


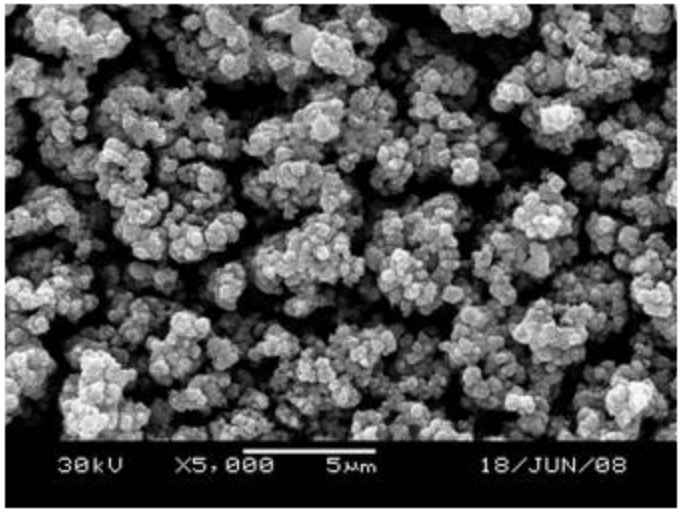
Schematic of



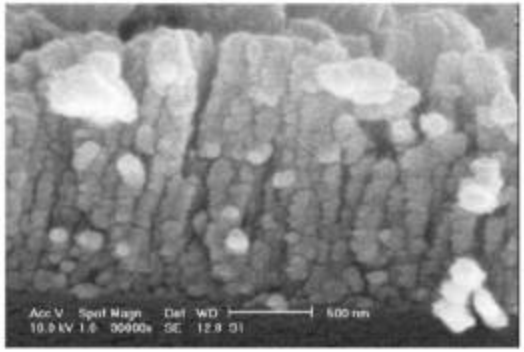


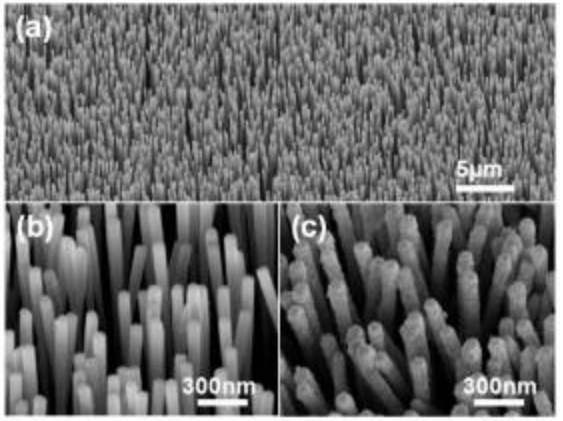



YBCO
CeO_2
YSZ
CeO_2
Mag = 155.42 K X
100nm*
EHT = 20.00 kV
WD = 3 mm
Signal A = InLens
Aperture Size = 30.00 µm
Date :27 Jan 2004
Time :13:24:00

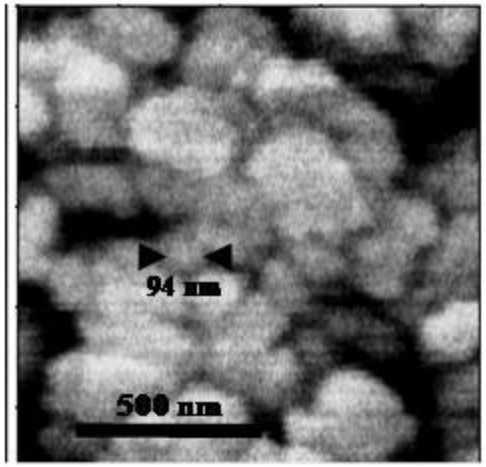


WO3

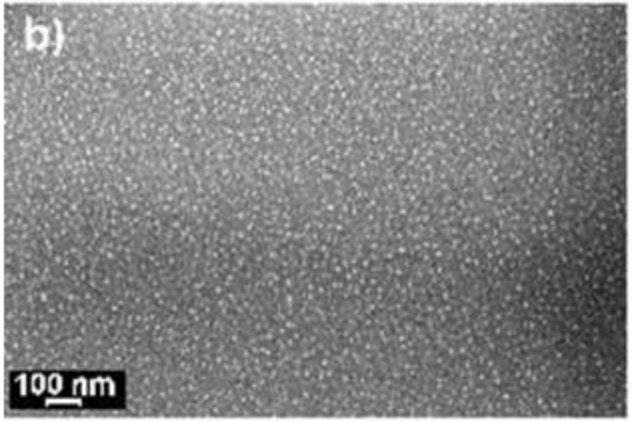




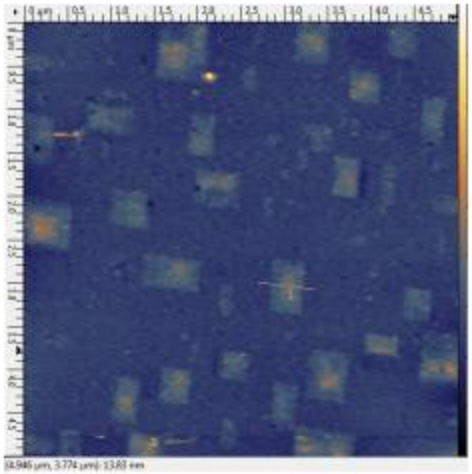
نانومیله های ZnO



MoO3

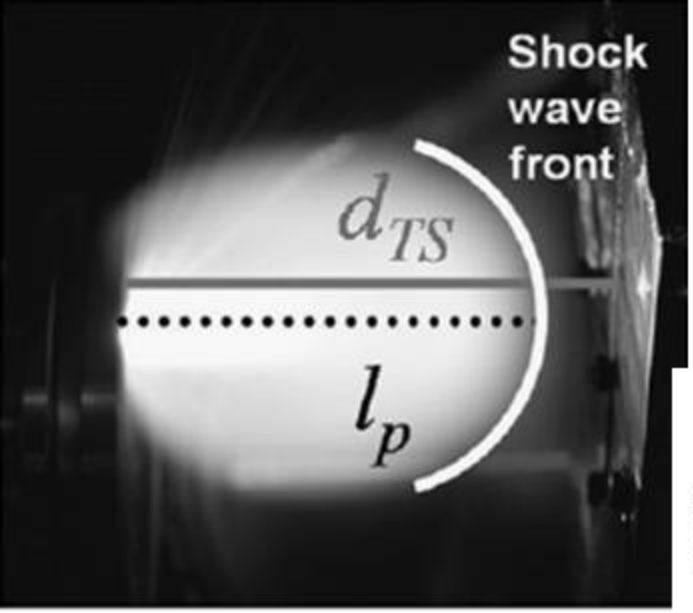


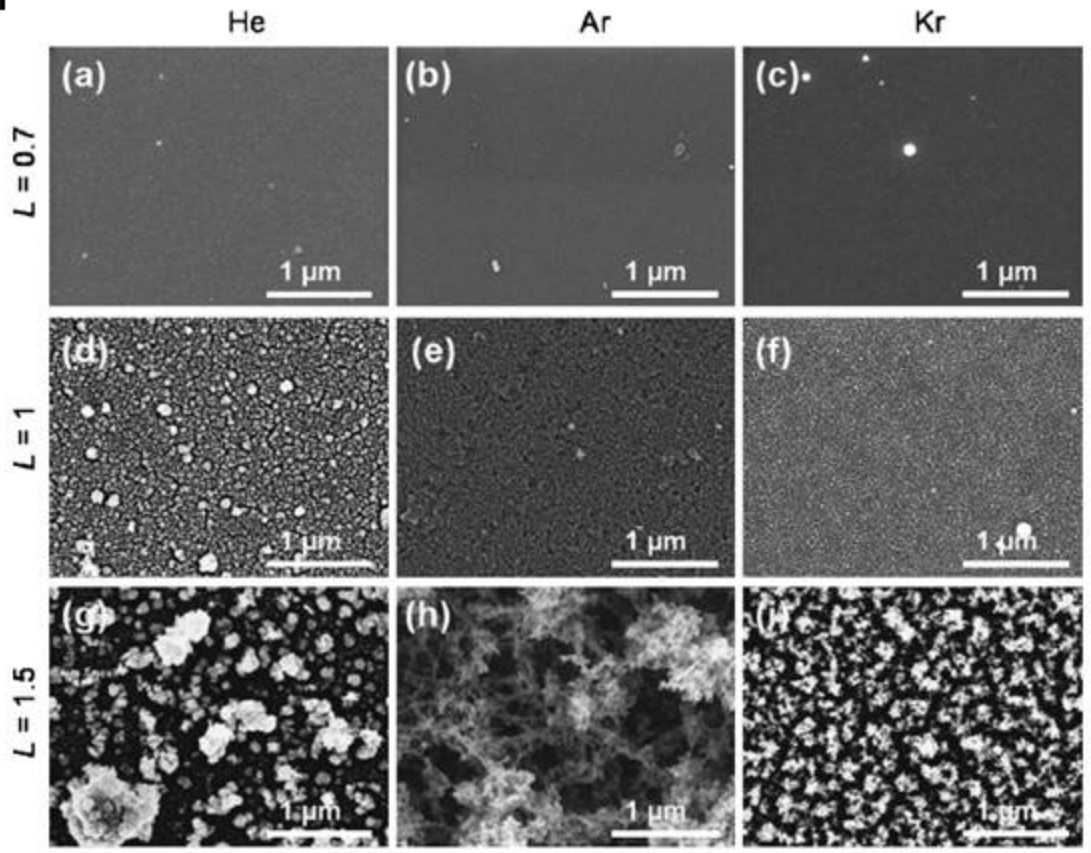
Ag



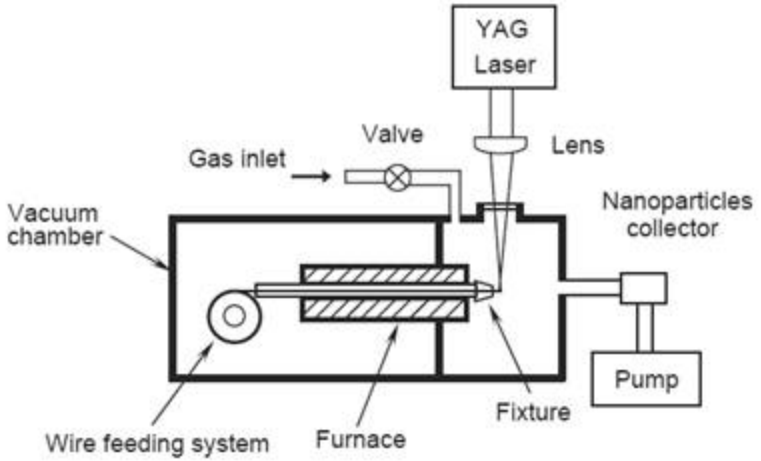
Ni/Si(100)

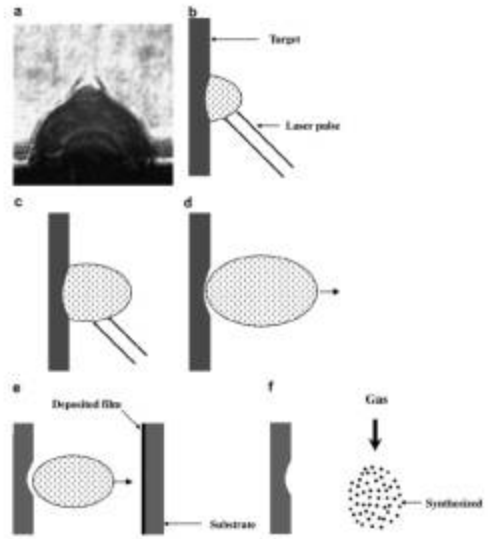
کنترل

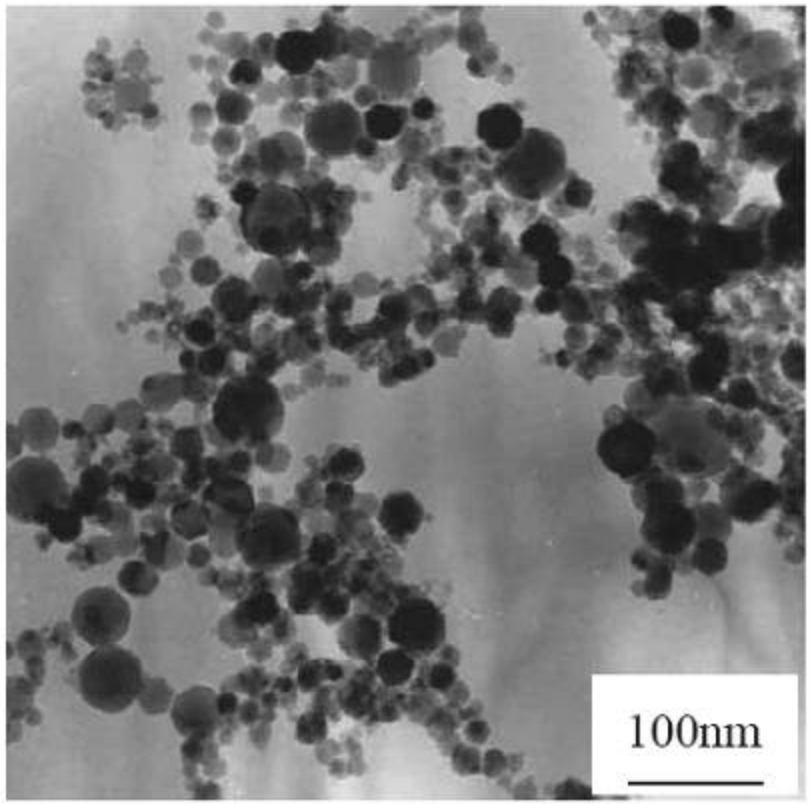




فرسايش ليزري در محيط گازي
توليد نانوذرات

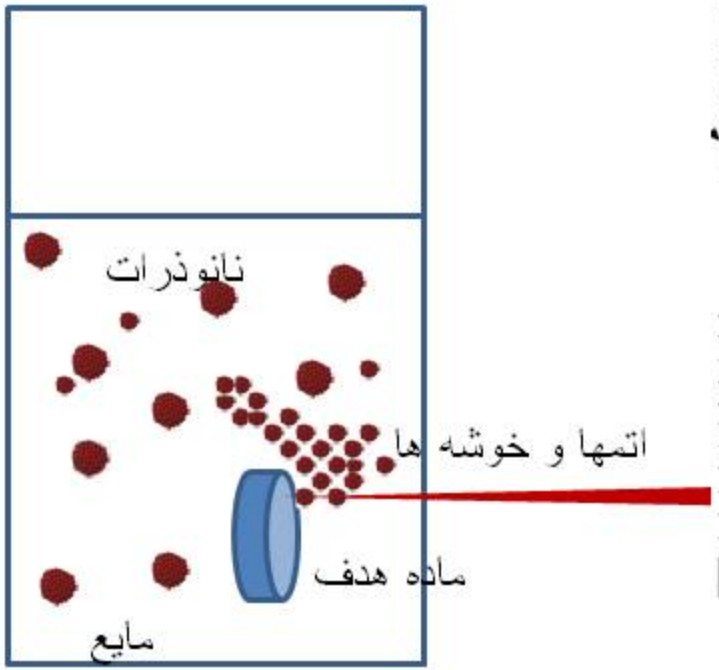


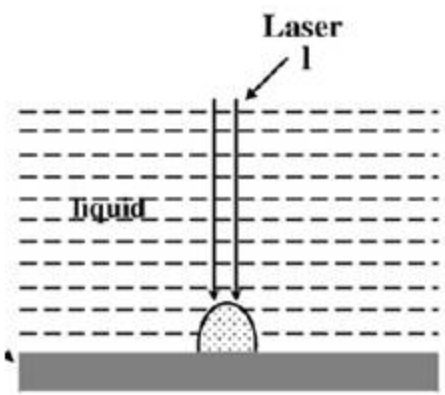


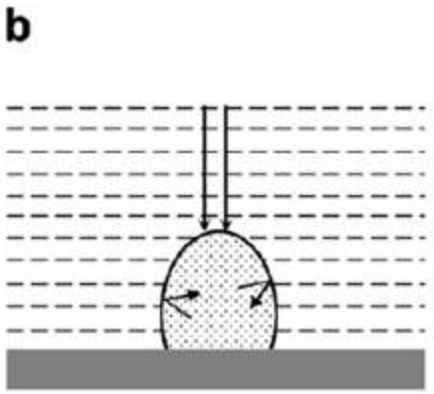


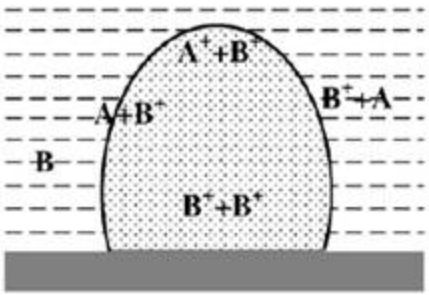
Z. Wang et al. / Powder Technology 161 (2006) 65–68

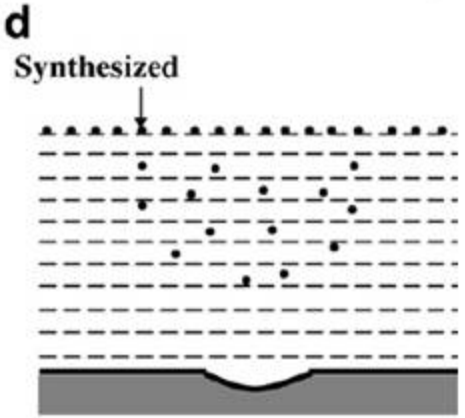
فرسايش ليزري در محيط مايع

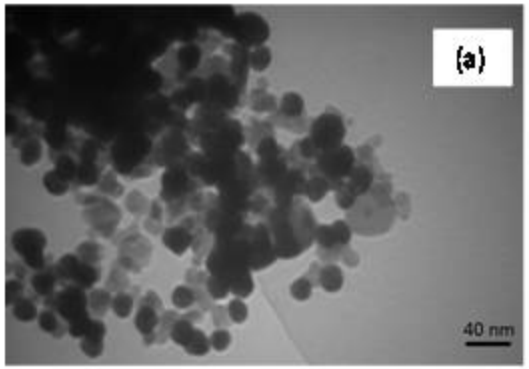




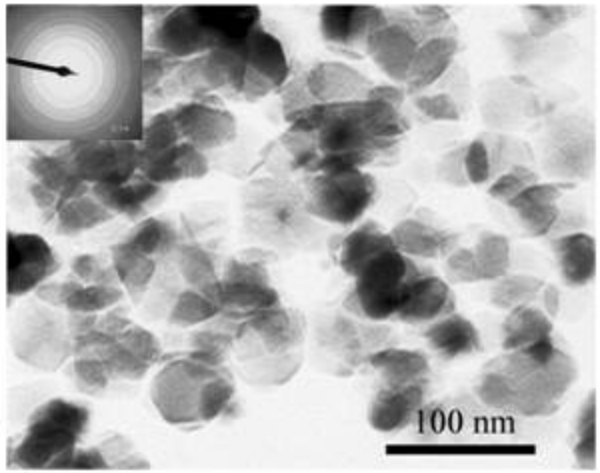




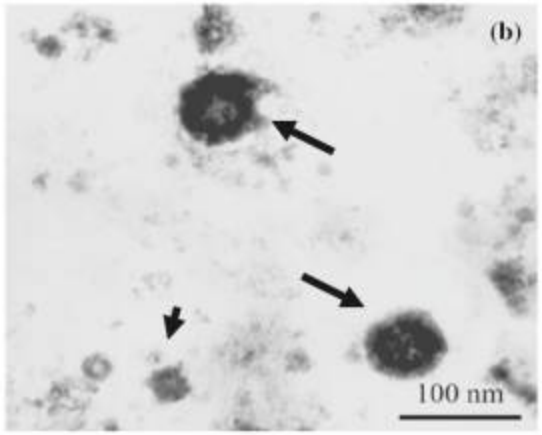




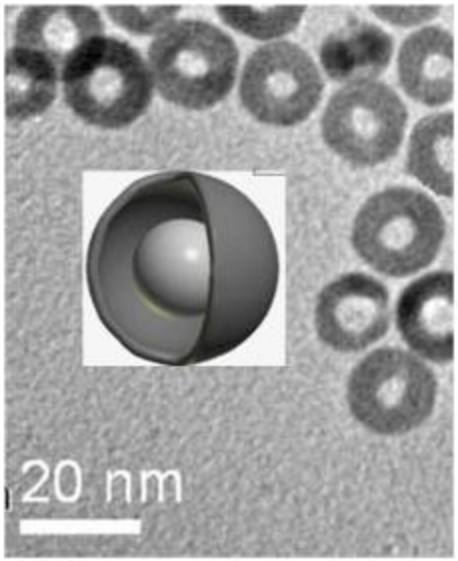
نانوکریستالهاي اکسید مولیبدن



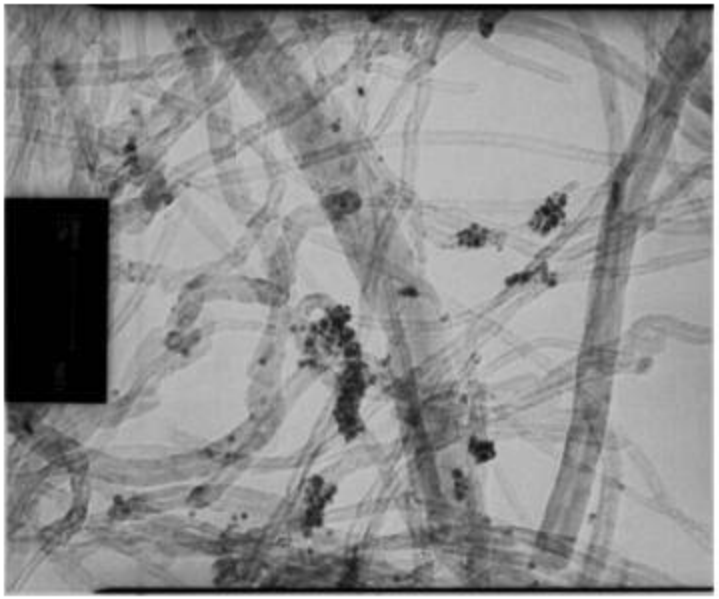
نانوکریستالهاي اکسید تنگستن



فرسايش تركيبي

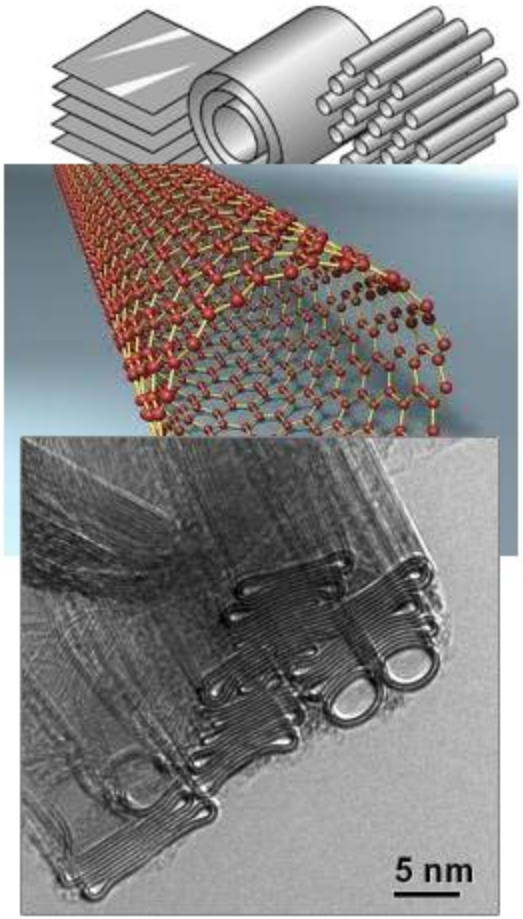


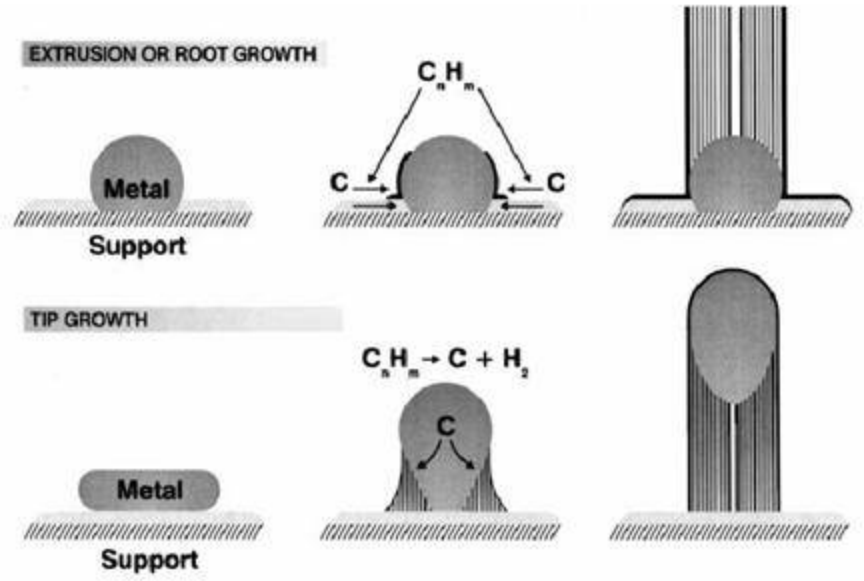
نانو ذرات هسته-پوسته



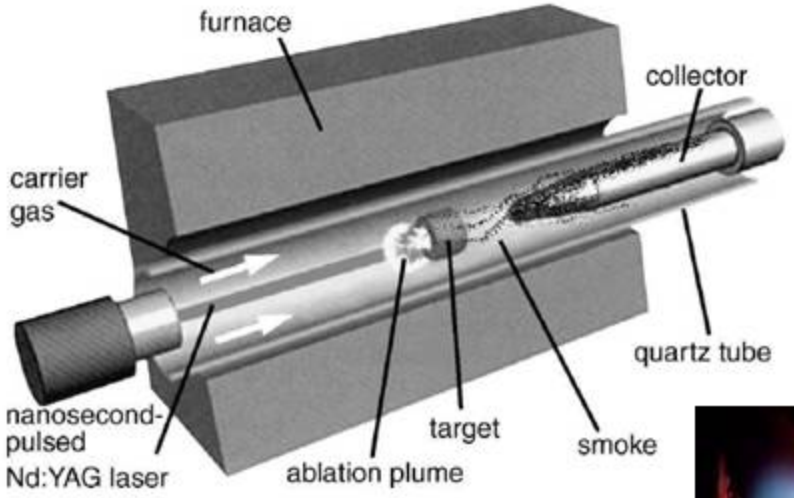
دكوره سازي نانوتيوبهاي كربني

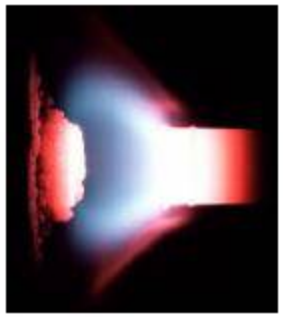
ليزر و نانوتيوبهاي كربني

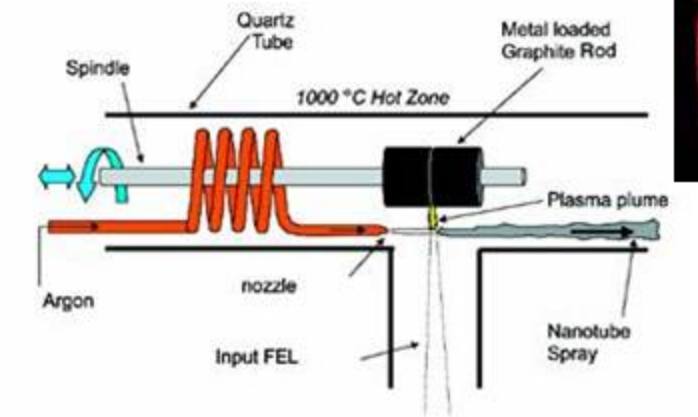




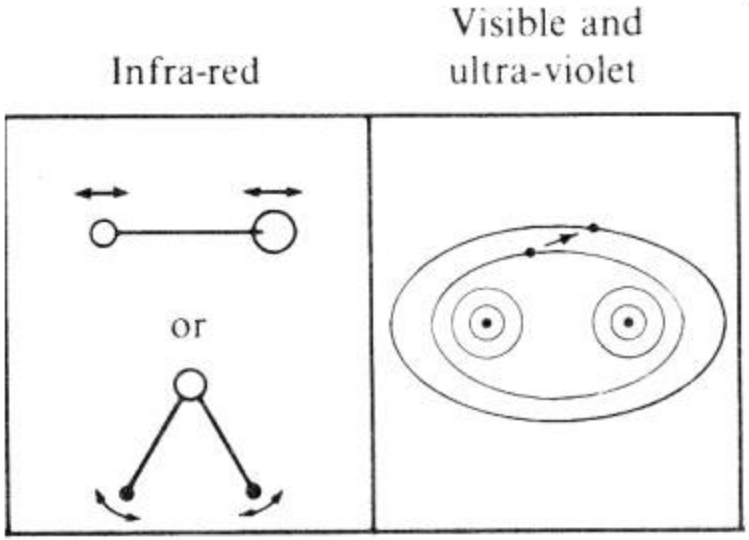
ليزر و نانوتيوبهاي كربني





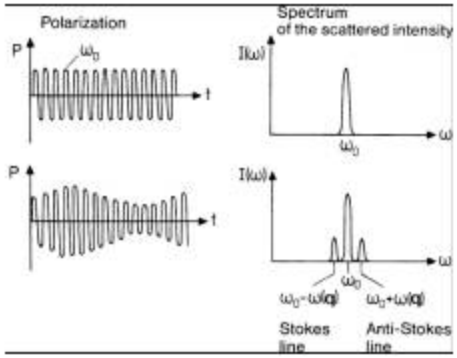


اسپکتروسکوپي رامان
نور به عنوان ردياب ملکولها
چگونه؟/؟



نور توسط ملکولهاي جذب شده و ملکولها برانگيخته مي شوند
همچنين ملکولها "وابرنگيخته شده" و نور ساطع مي کنند

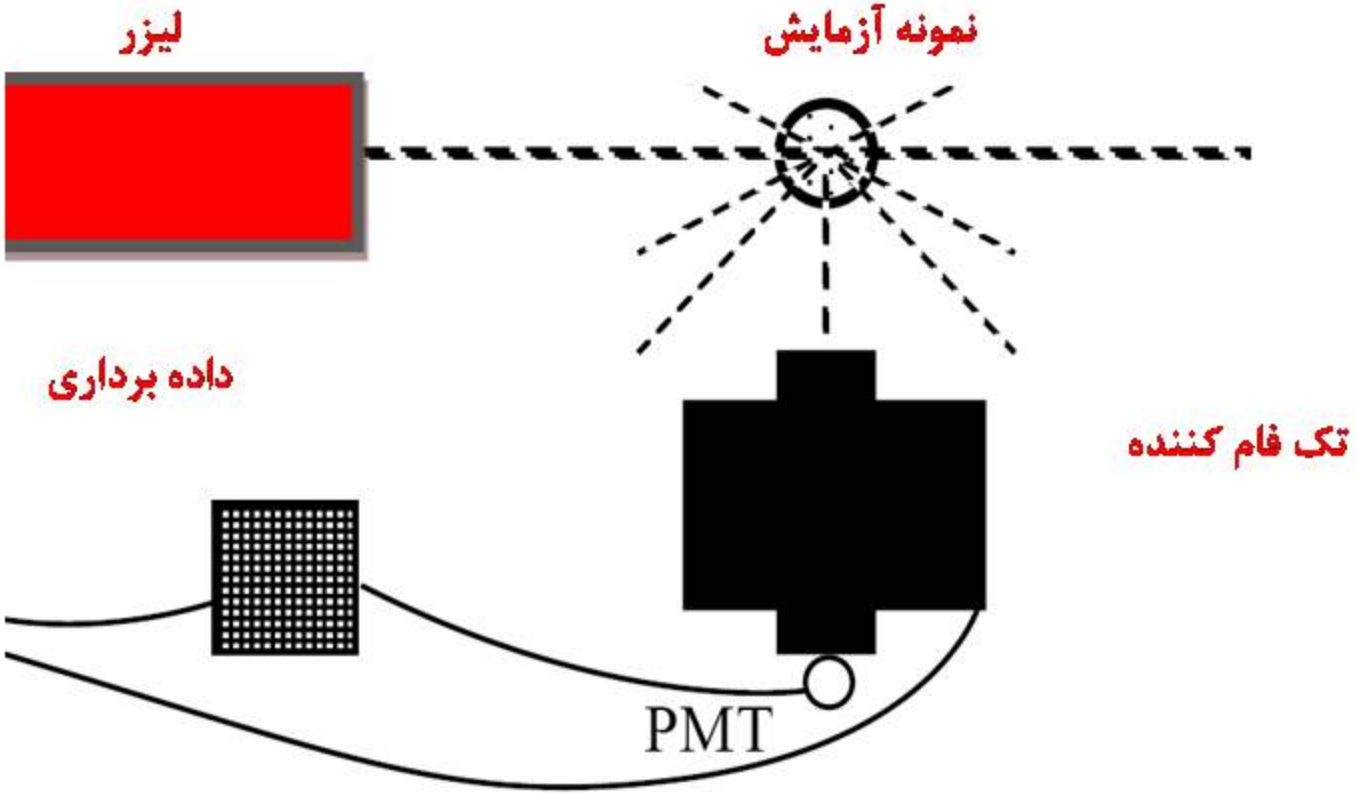
نور مريي و ماورا بنفش: الکترونهاي پر انرژي
نور مادون قرمز: ارتعاشات ملکولي



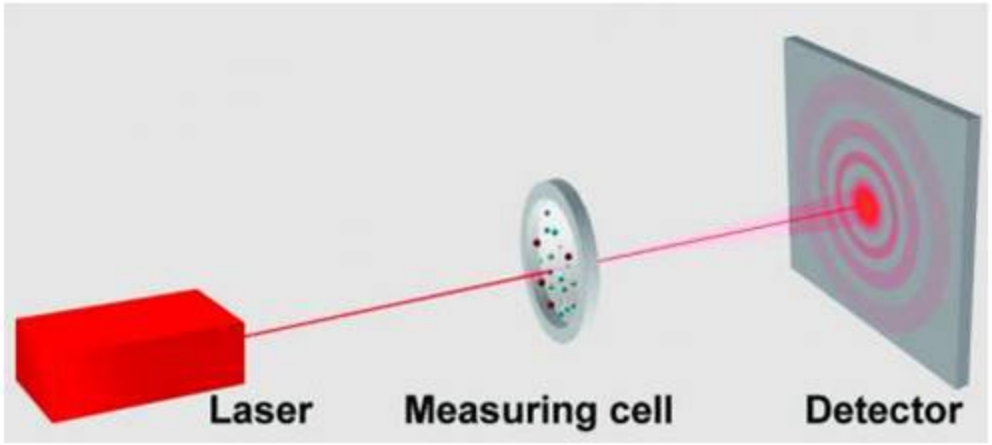
ارتعاش ملکولها باعث ايجاد دو قطبي هاي الکتريکي مي شود که آنها نيز نوساني هستند
بر همکنش نور ليزر با "ارتعاشات" مي تواند الاستيك يا غير الاستيك باشد.

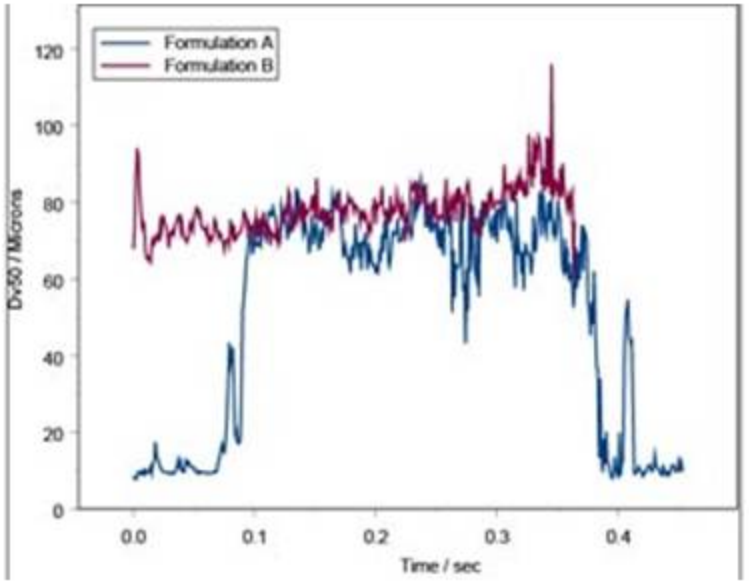
در بر همکنش غير الاستيك مقدار از انرژي نور کاسته يا حتي بر آن افزوده مي شود.
اختلاف انرژي فوتونهاي پراکنده شده معرف ارتعاشات و در نتيجه وجود پيوندهاي ملکولي است

اسپکتروسکوپي رامان



ليزر و تخمين اندازه نانوذرات

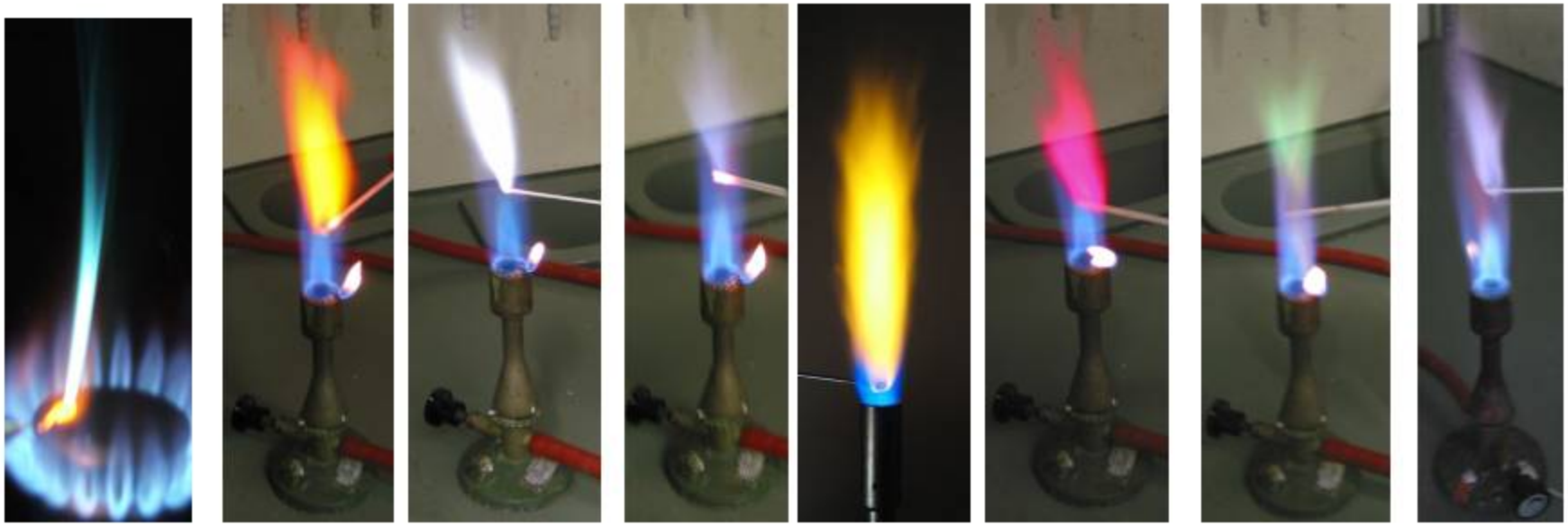




پراكندگي ديناميكي نور

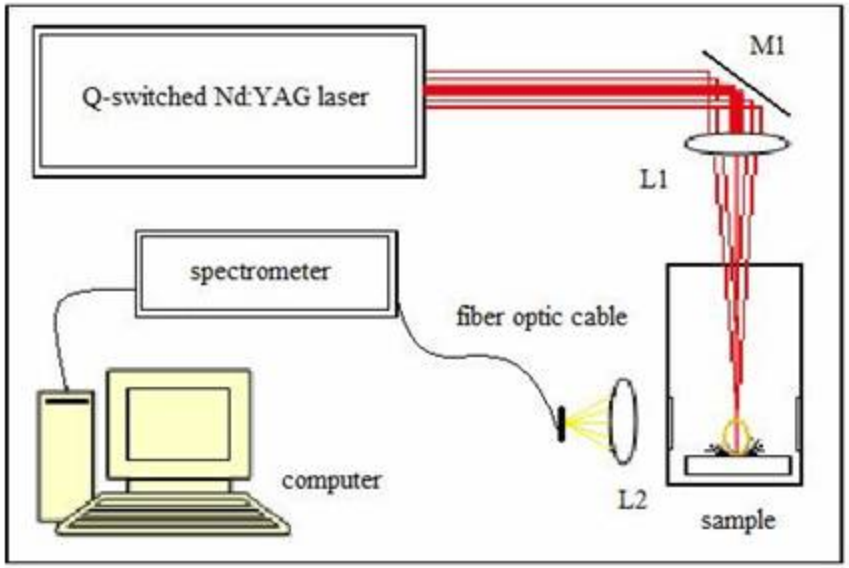
DLS

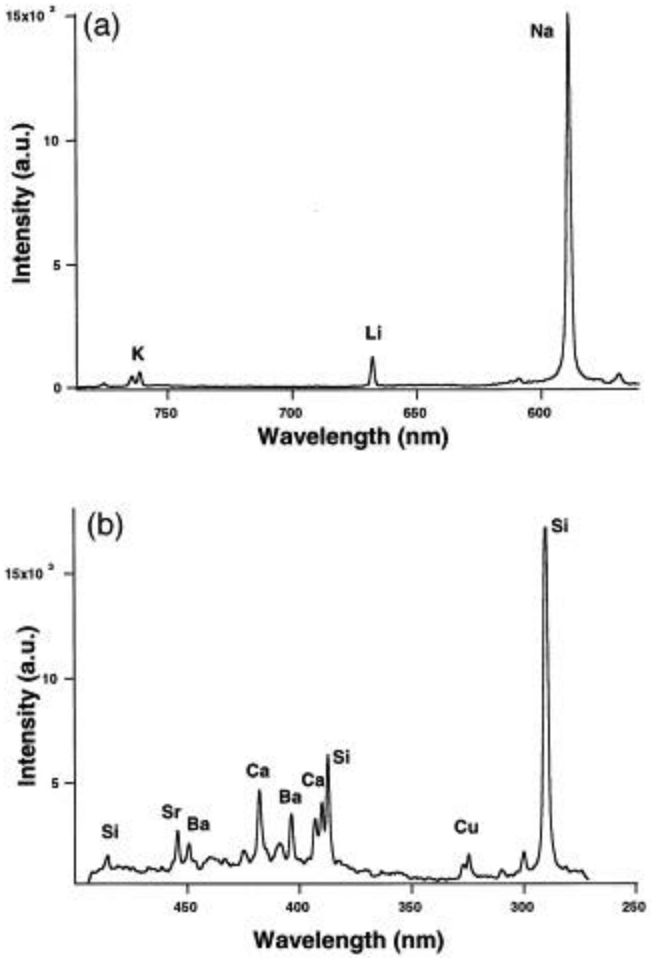
تست شعله



Zn Ar Sb Pb Na Li B As

اسپکتروسکوپي تابش پلاسمايي





متشکرم