

مَعَامِلُ الفِيزِيَاءِ
PHY-LAB

دليل تقنيات توصيف المواد

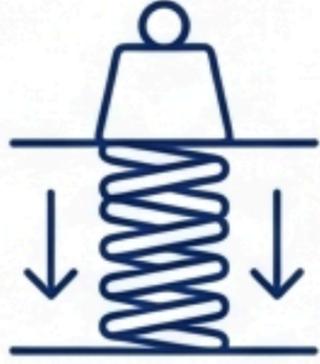
Guide to Material Characterization Techniques

رحلة علمية من الخواص الحرارية الملموسة إلى البنية الذرية للمواد النانومترية.

إعداد: أ. محمد الميلبي

المرجع العلمي: سلسلة محاضرات د. محمد باسل بزبوز

خارطة طريق التوصيف: تصنيف التقنيات



التحليل الميكانيكي (Mechanical Analysis)

فهم المتانة والمرونة وتغير الأبعاد

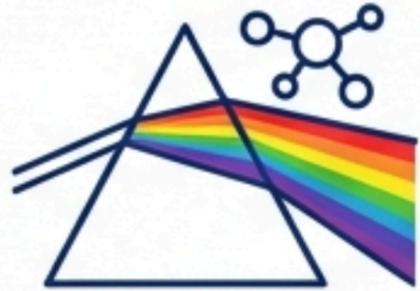
DMA, TMA •



التحليل الحراري (Thermal Analysis)

قياس استجابة المادة للحرارة

DSC, TGA •



التحليل الطيفي والكيميائي (Spectroscopy)

تحديد الهوية الكيميائية والبنية الذرية

EDX, XPS, Raman, UV-Vis, Zeta •



التصوير المجهرى (Microscopy)

رؤية ما لا يُرى بالعين المجردة

SEM, TEM, AFM •

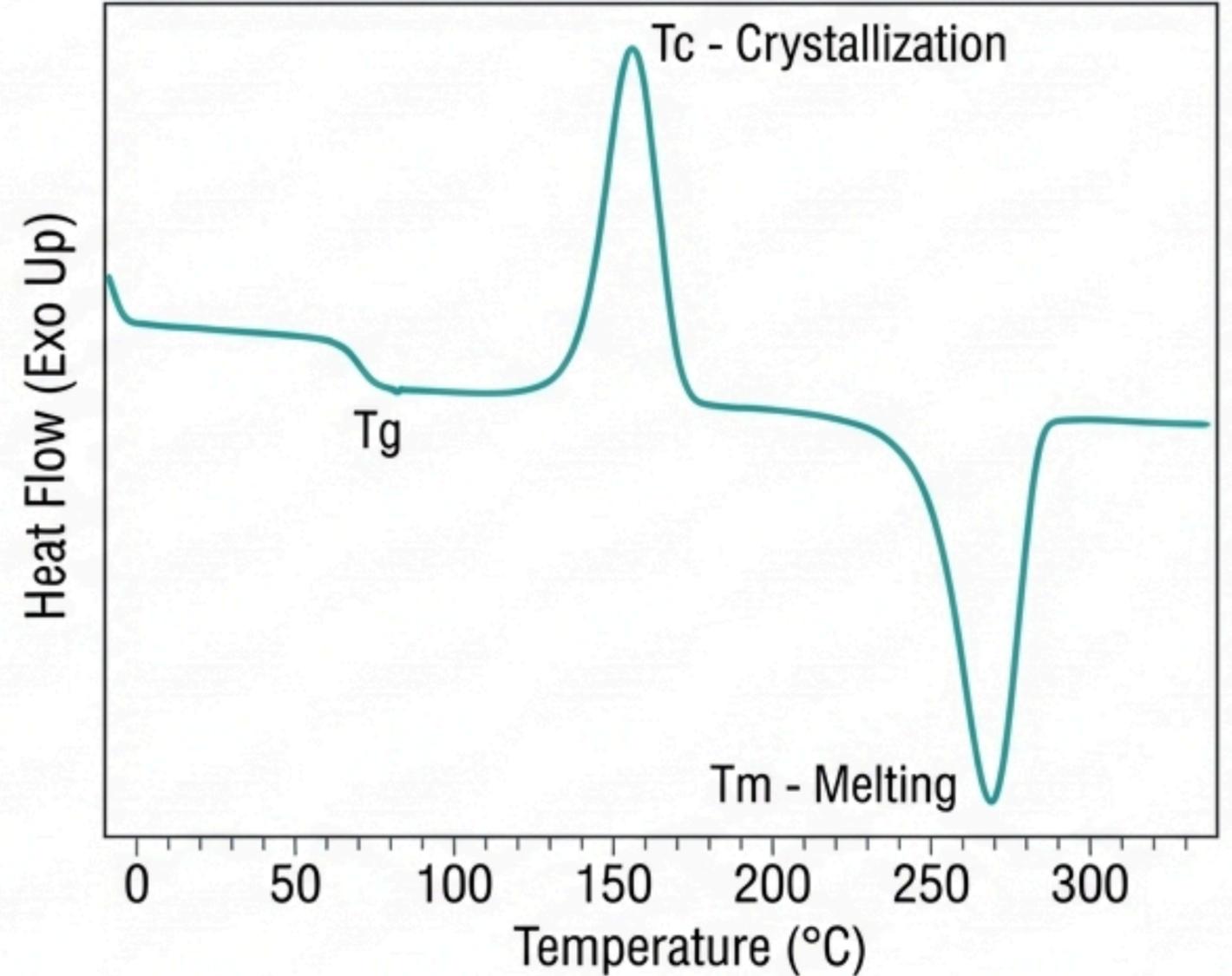
مسعر المسح التبايني (Differential Scanning Calorimetry - DSC)

يقيس الفرق في تدفق الحرارة (Heat Flow) بين العينة وعينة مرجعية.

• **Tg (درجة الانتقال الزجاجي):** تحول من صلب إلى مطاطي.

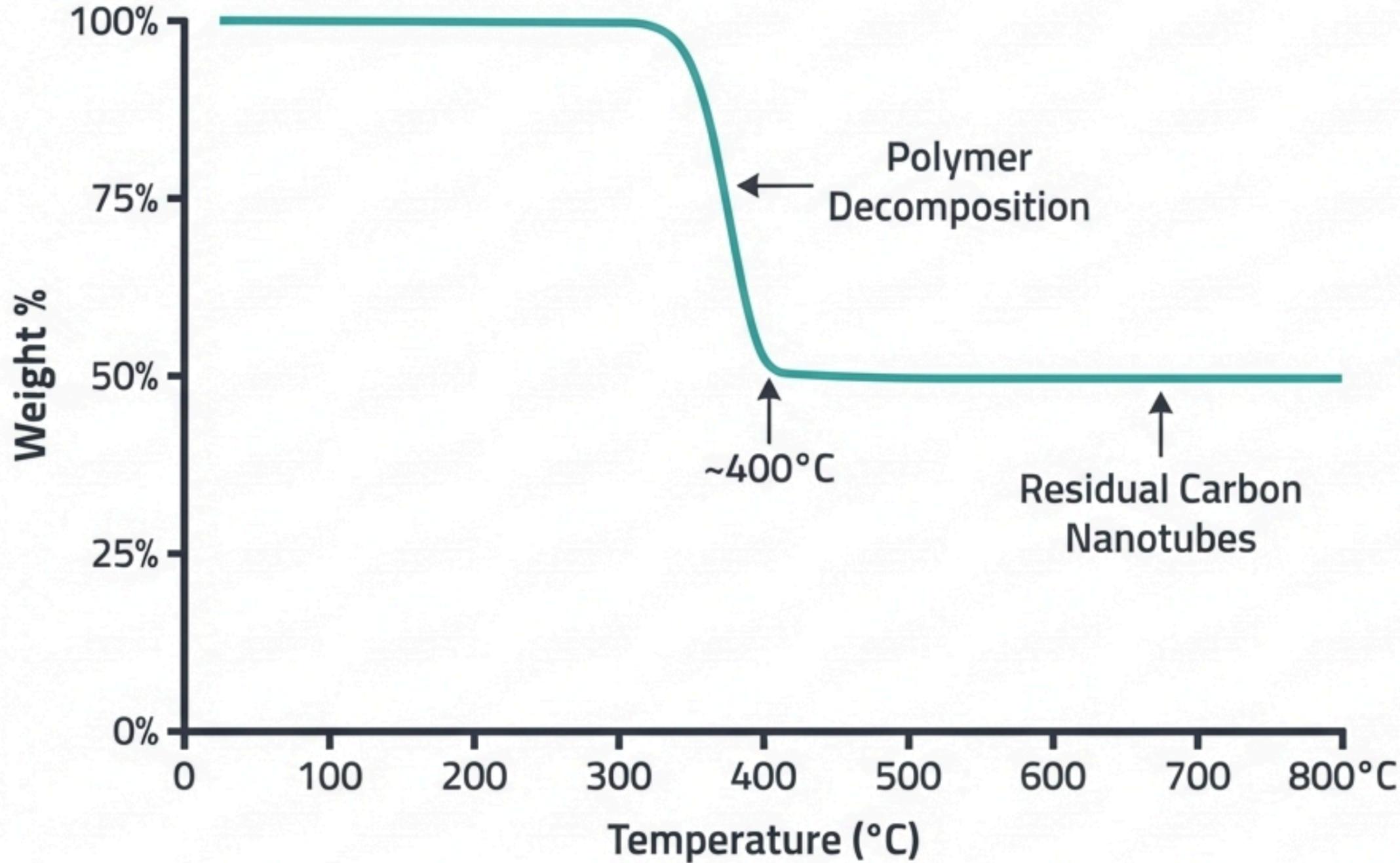
• **Tc (درجة التبلور):** إعادة ترتيب بلوري (ناشر للحرارة).

• **Tm (درجة الانصهار):** تحول إلى سائل (ماص للحرارة).



Polyester Example: $T_m = 284^{\circ}\text{C}$, $T_c = 149^{\circ}\text{C}$

التحليل الوزني الحراري (Thermogravimetric Analysis - TGA)

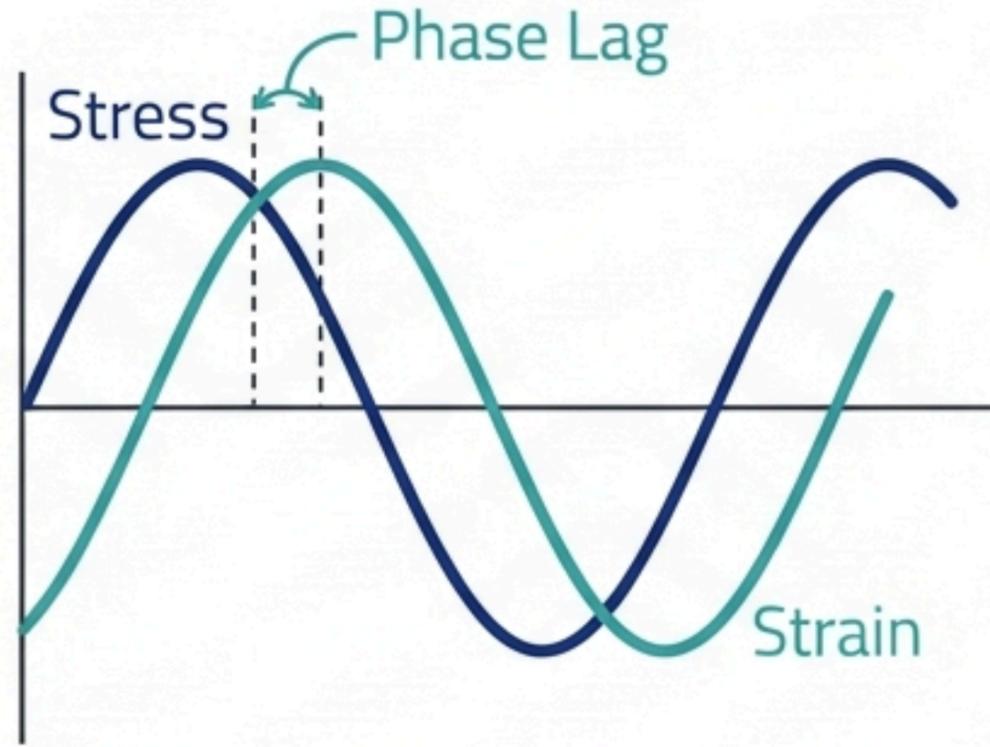


التطبيقات (Applications)

- الاستقرار الحراري: متى تبدأ المادة بالتحلل؟
- تحليل المكونات: فصل المواد بناءً على درجات التبخر.
- مثال: أنابيب الكربون النانومترية (CNTs) تبقى مستقرة بينما تحترق الشوائب البوليمرية.

الأبعاد والميكانيكا الحرارية (TMA & DMA)

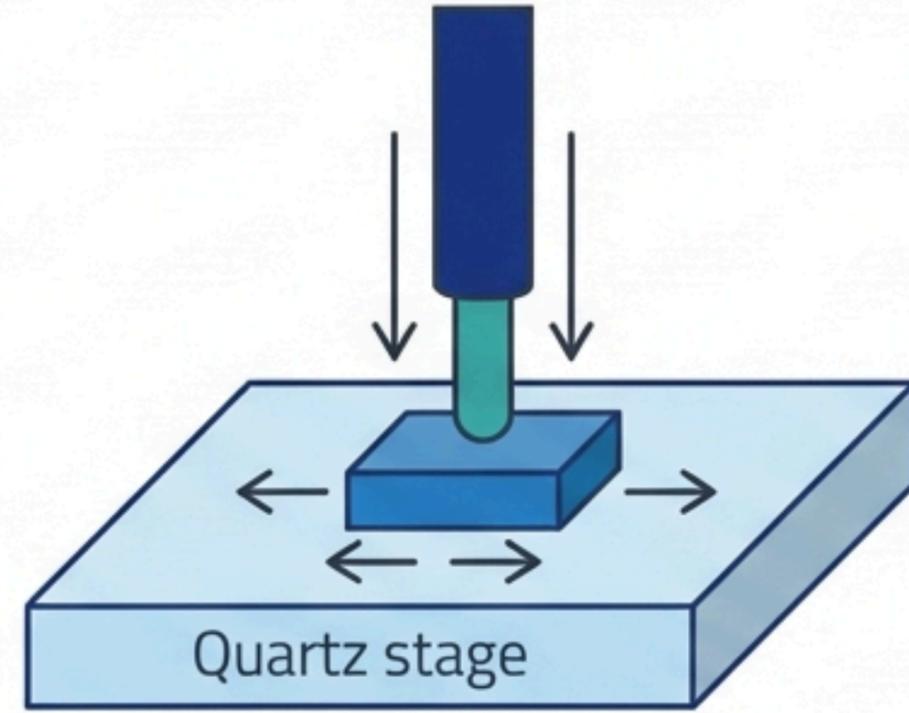
DMA: Dynamic Mechanical Analysis



قياس اللزوجة والمرونة تحت إجهاد متذبذب.

**Storage Modulus (E'), Loss Modulus (E''),
Tan Delta**

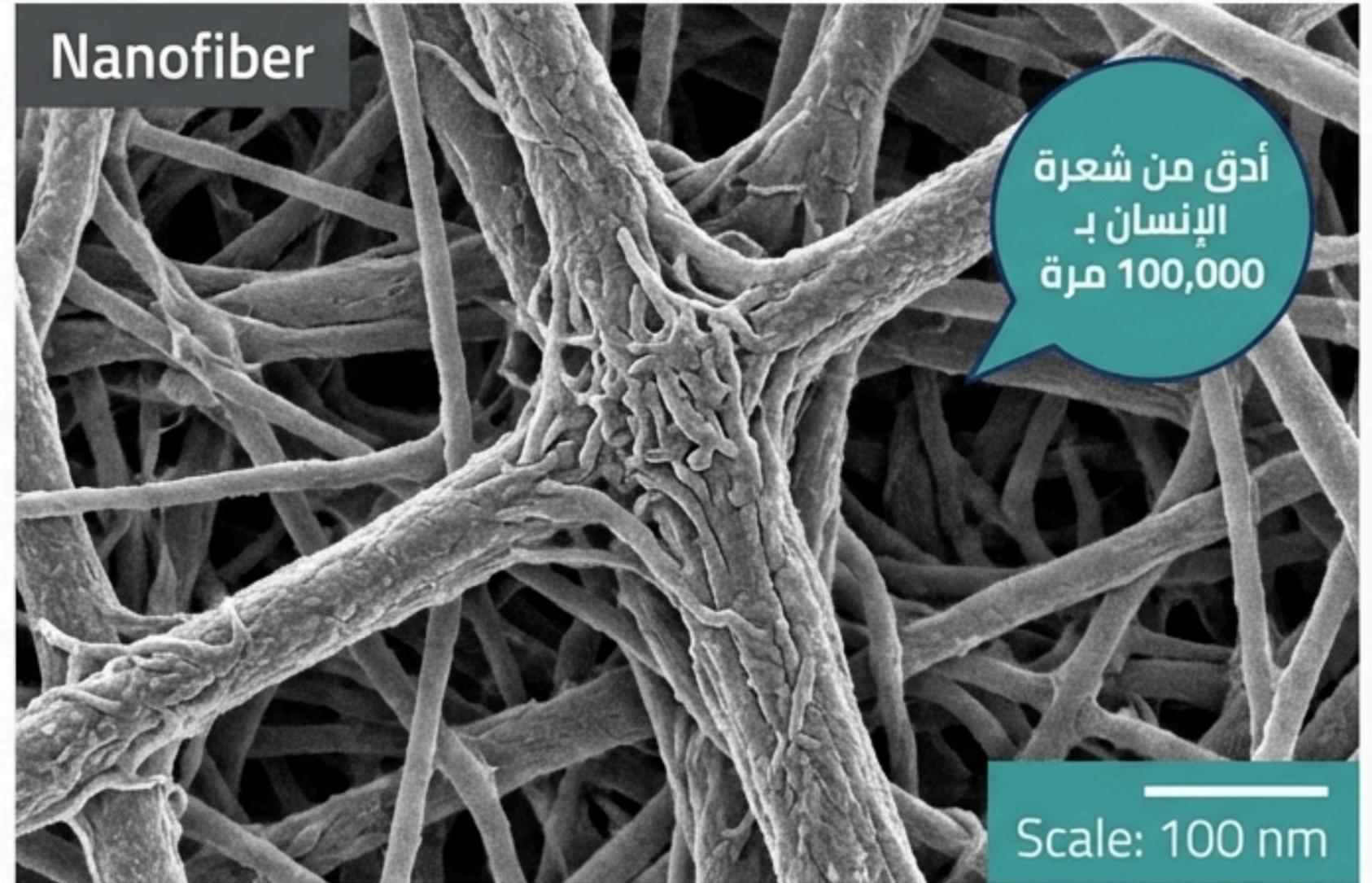
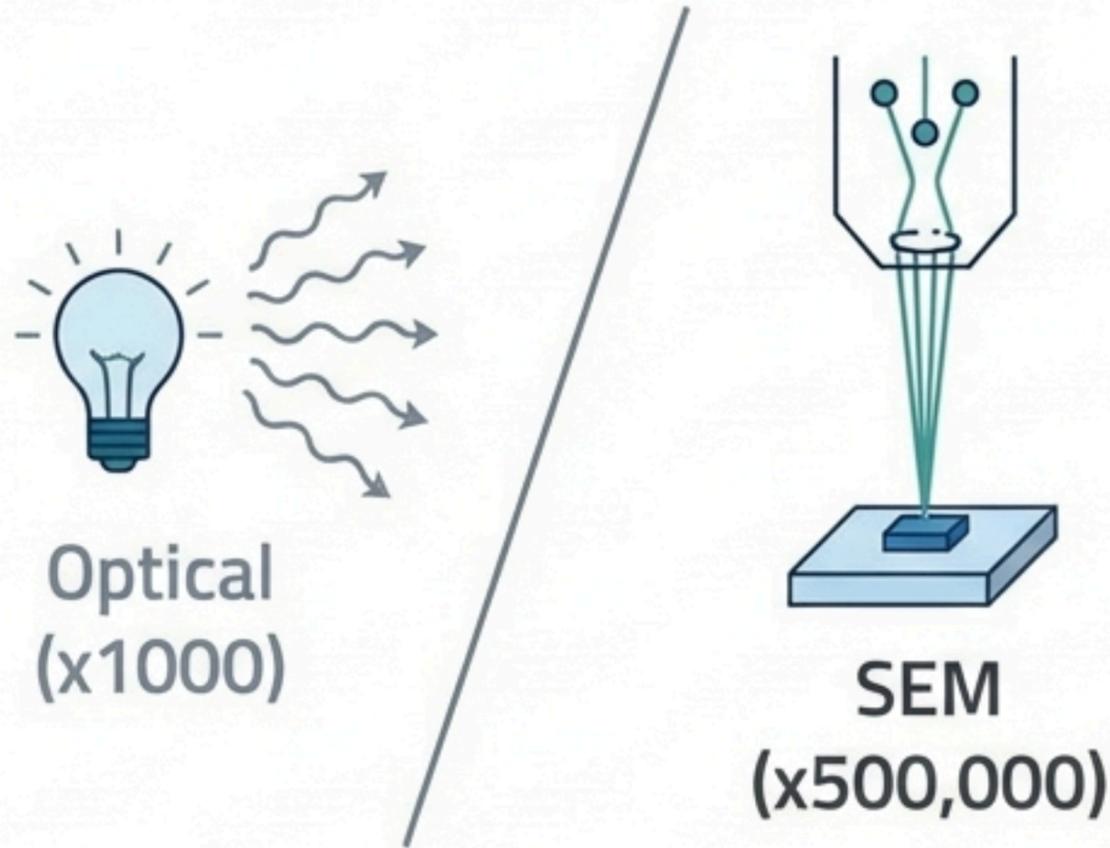
TMA: Thermomechanical Analysis



قياس التمدد والتقلص الحراري (CTE).

مثال: المعادن تتمدد بشكل أكبر من السيراميك.

المجهر الإلكتروني الماسح (Scanning Electron Microscope - SEM)

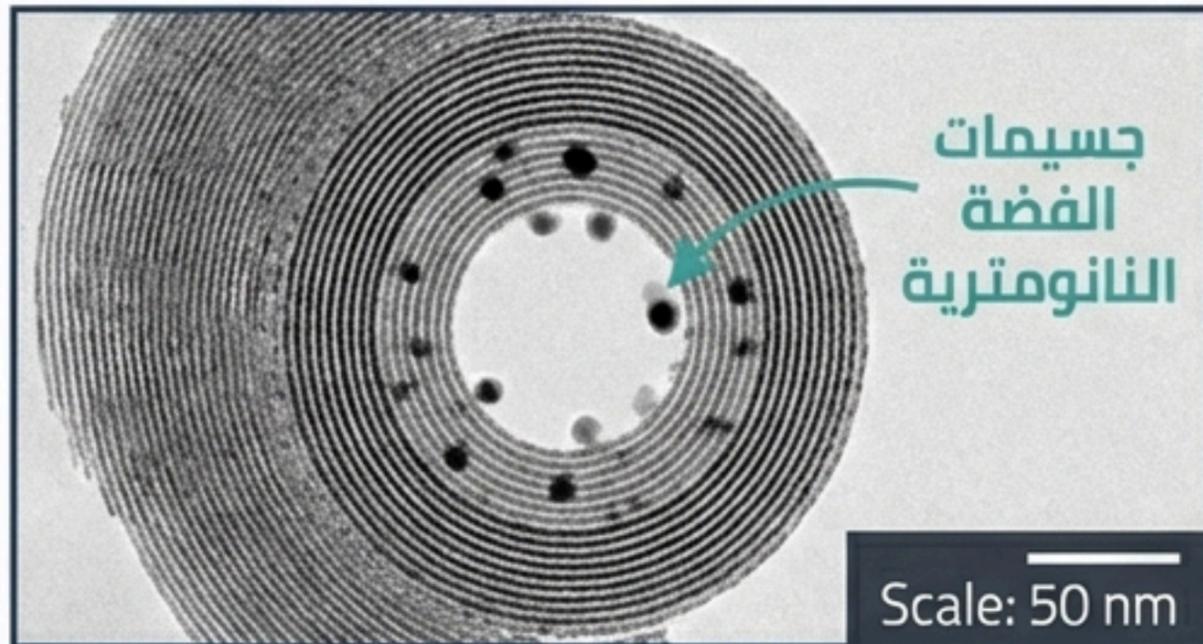
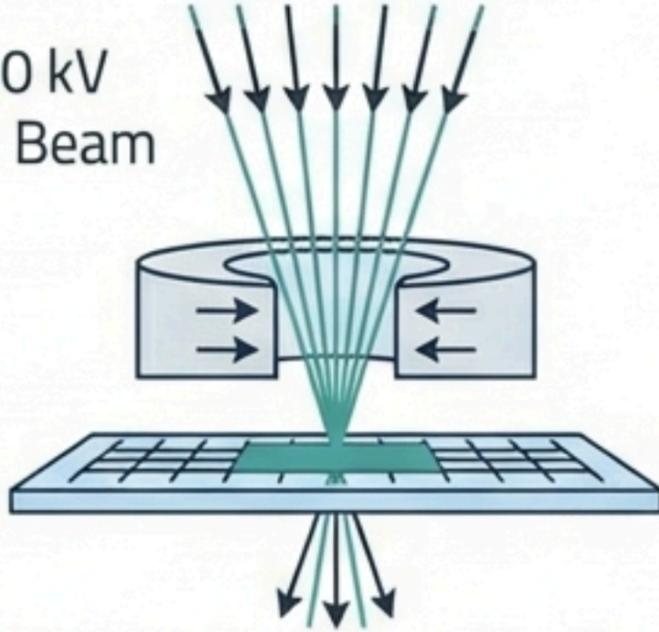


- يعتمد على حزمة إلكترونات لرؤية تضاريس السطح (Topography).
- **ملاحظة:** العينات غير الموصلة تحتاج لطلاء بالذهب (Sputtering).

المجهر الإلكتروني النافذ (Transmission Electron Microscope - TEM)

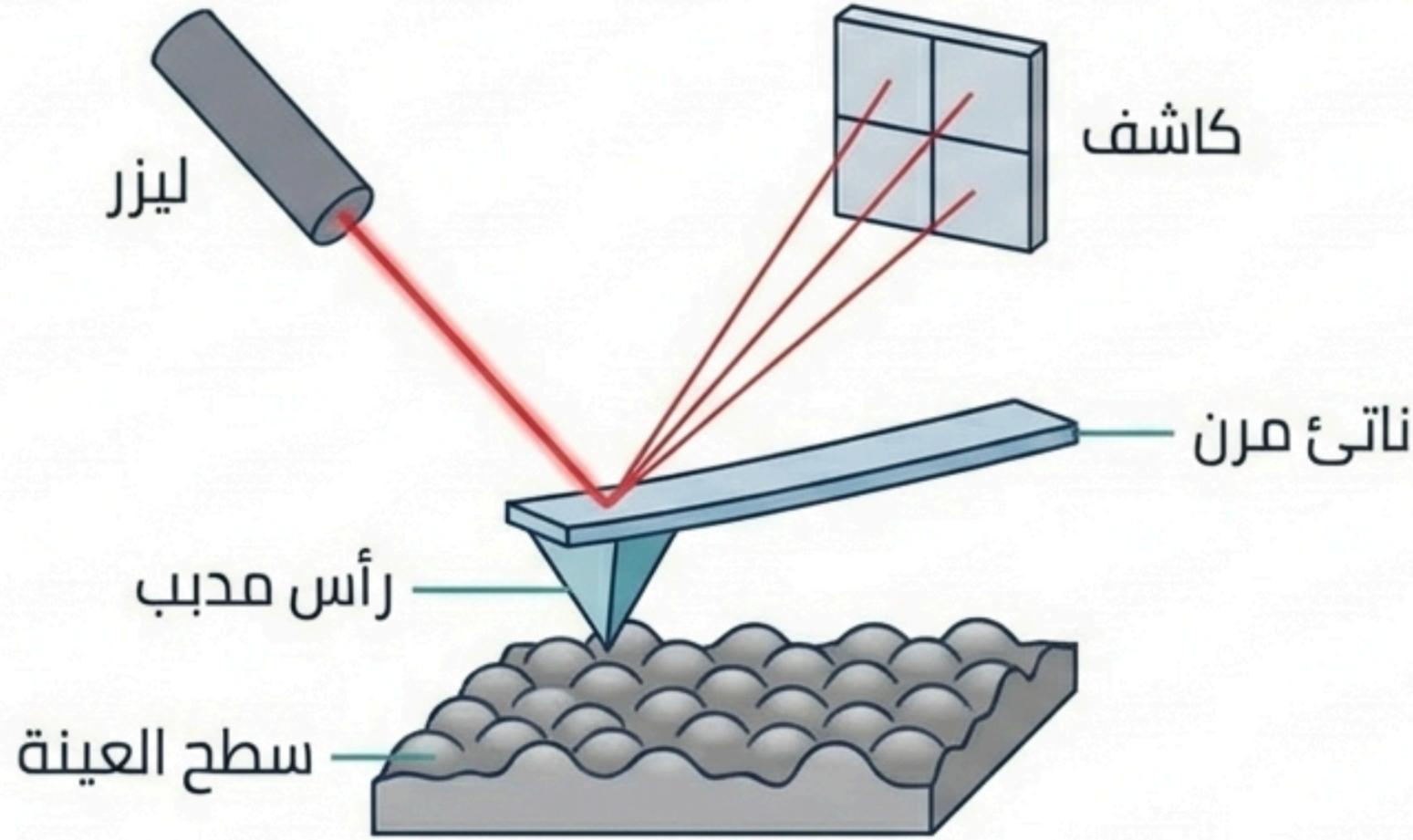
Looking Through

80-300 kV
Electron Beam

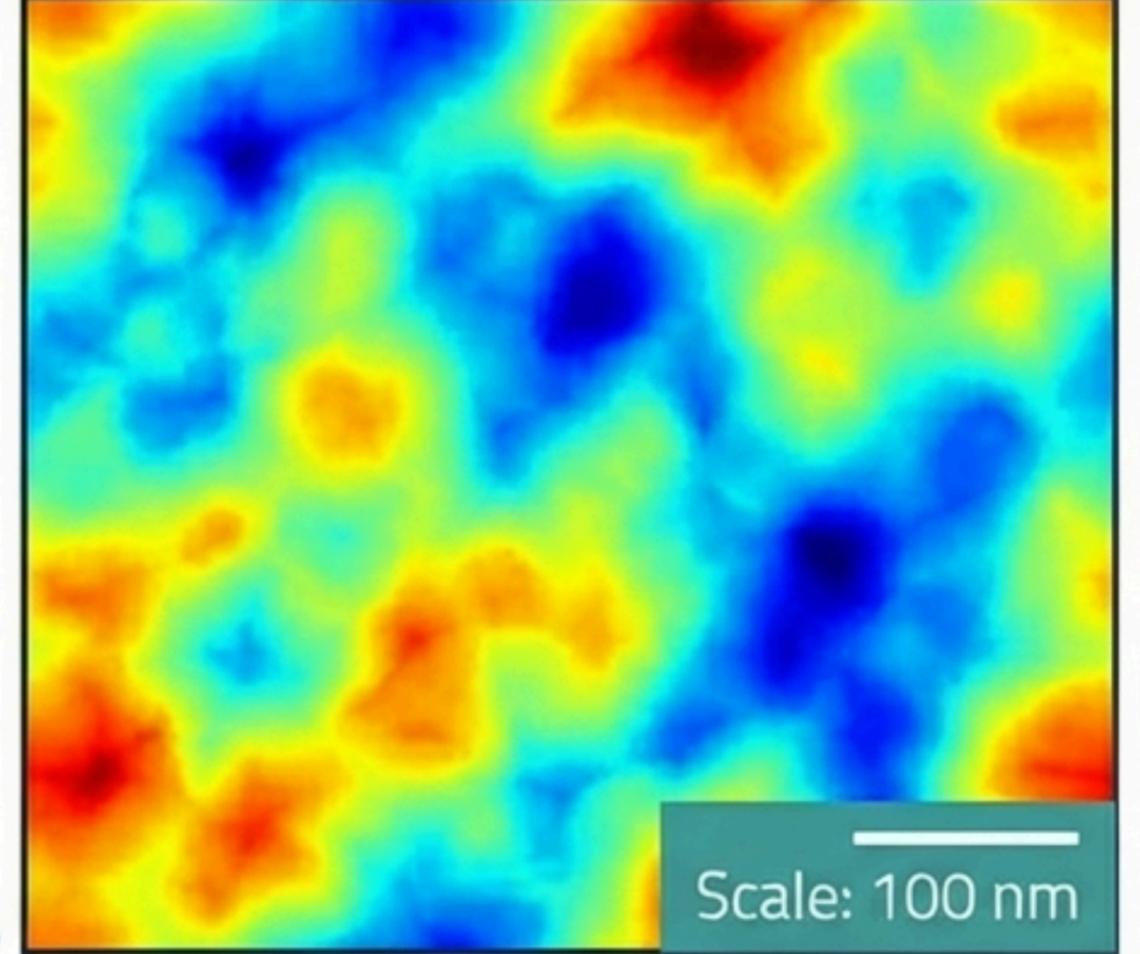


- رؤية البنية الداخلية (Internal Structure) بدقة ذرية.
- يتطلب عينات رقيقة جداً ($> 1 \text{ micron}$) وشبكات نحاسية (Grids).

مجهر القوة الذرية (Atomic Force Microscope - AFM)



خريطة تضاريس (Topography Map)

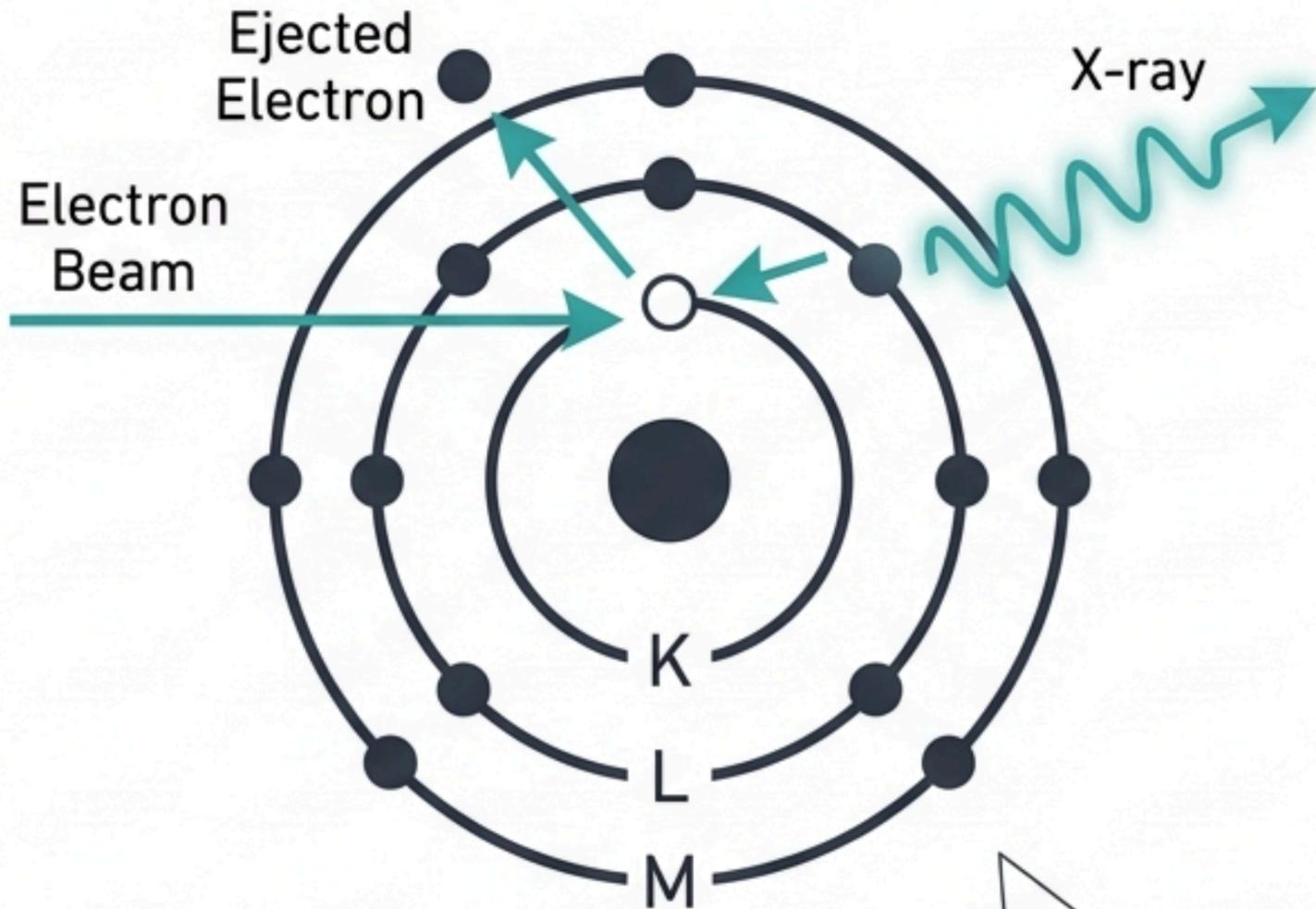


- يتحسس السطح ميكانيكياً (Mechanical Feeling) بدلاً من الرؤية.
- الأنماط: التلامس (Contact), النقر (Tapping), عدم التلامس (Non-contact).
- المخرجات: صور ثلاثية الأبعاد (3D) وقياس الخشونة (Roughness).

قياس الخشونة
(Roughness)
بدقة ذرية

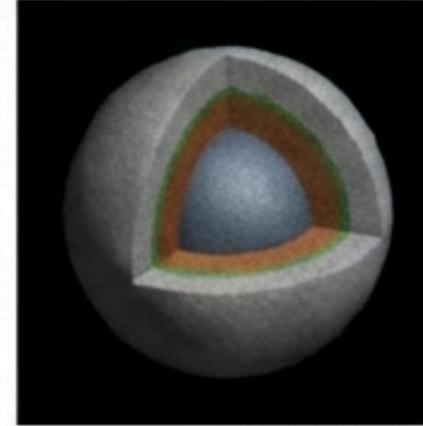
مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية (EDX)

Mexanismd Bohr Model

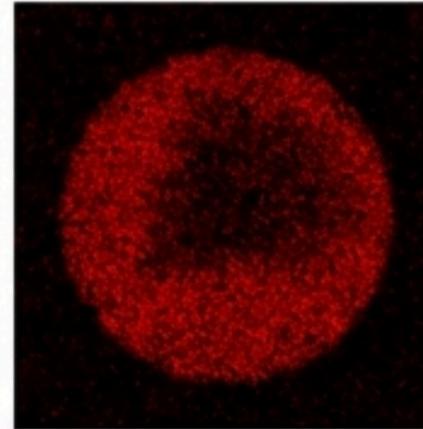


تحليل العناصر: كل عنصر يطلق أشعة سينية بطاقة مميزة (بصمة).

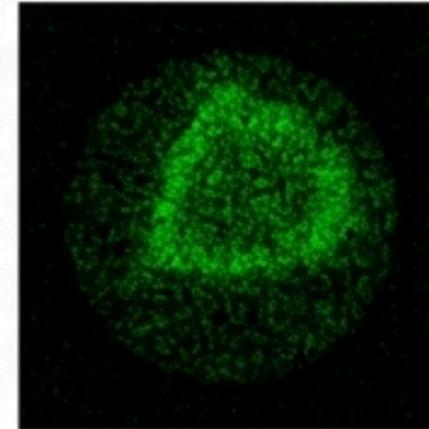
Elemental Map



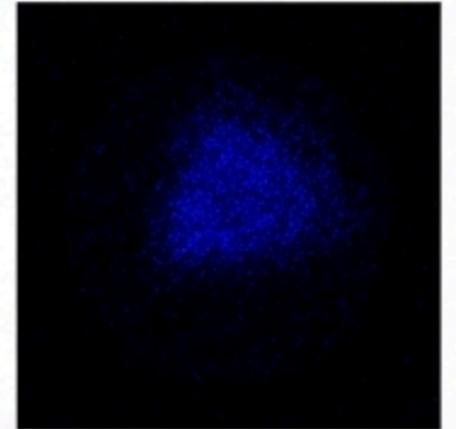
تطبيق: رسم خرائط توزيع العناصر (Mapping) في العينات المجهرية.



Carbon (C)



Oxygen (O)

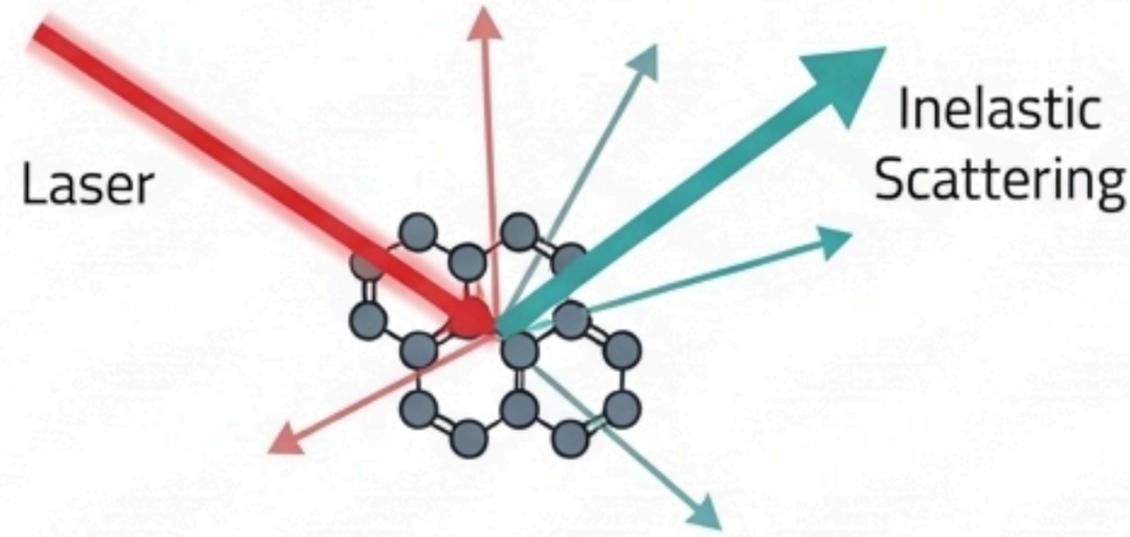


Silver (Ag)

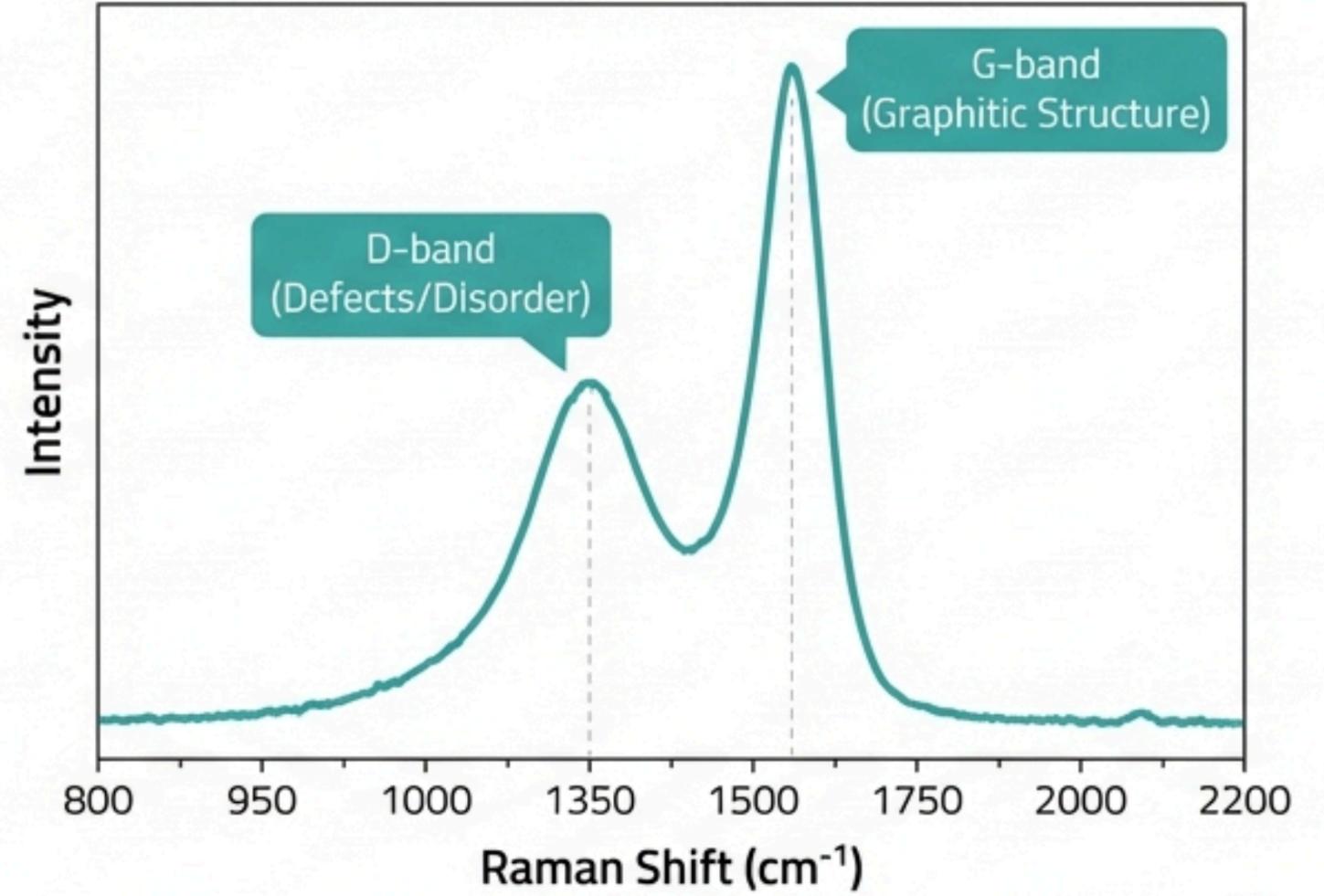
بصمة عنصرية مميزة لكل ذرة

مطيافية رامان (Raman Spectroscopy)

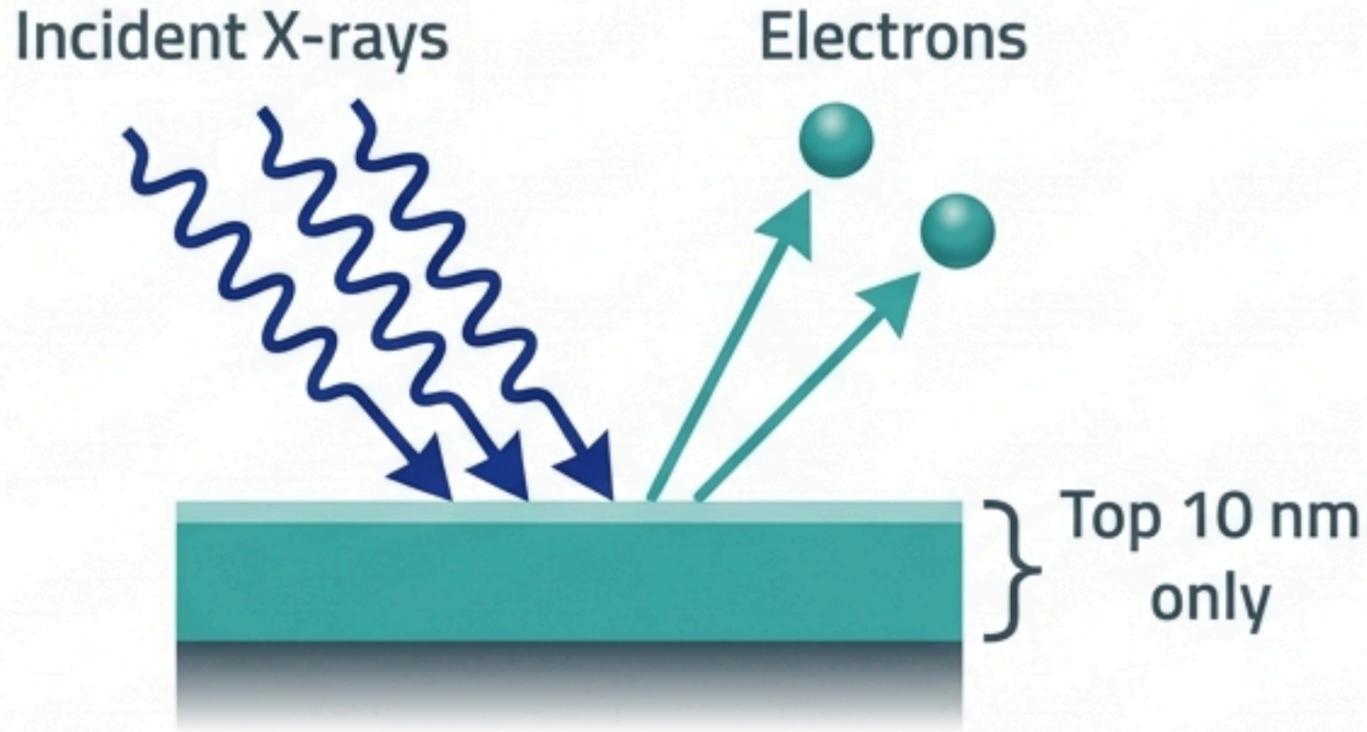
بصمة المواد الكربونية



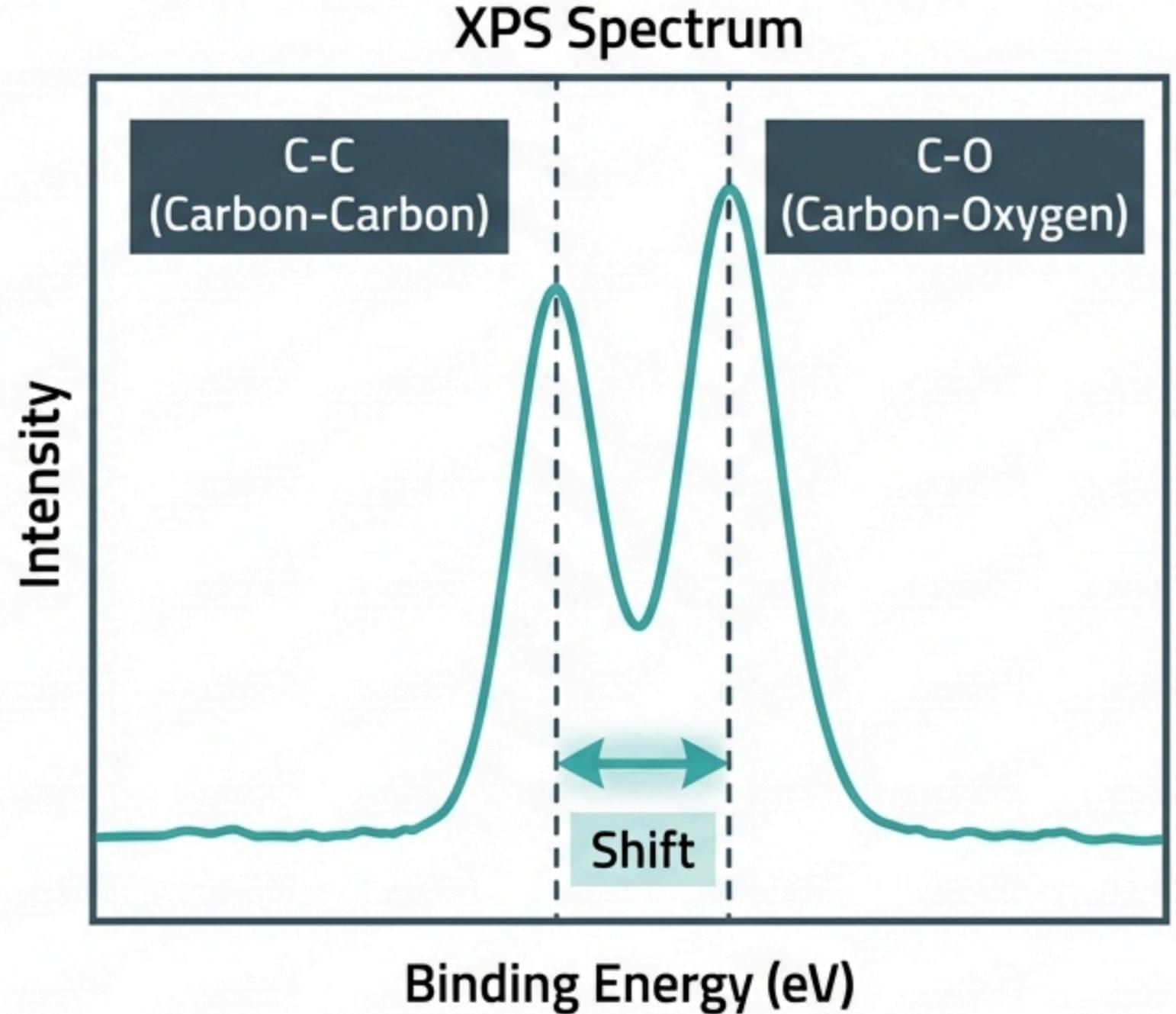
- قياس اهتزاز الروابط الجزيئية.
- النسبة بين (ID/IG) تحدد جودة ونقاوة المواد الكربونية.



مطيافية الأشعة السينية الإلكترونية (XPS)

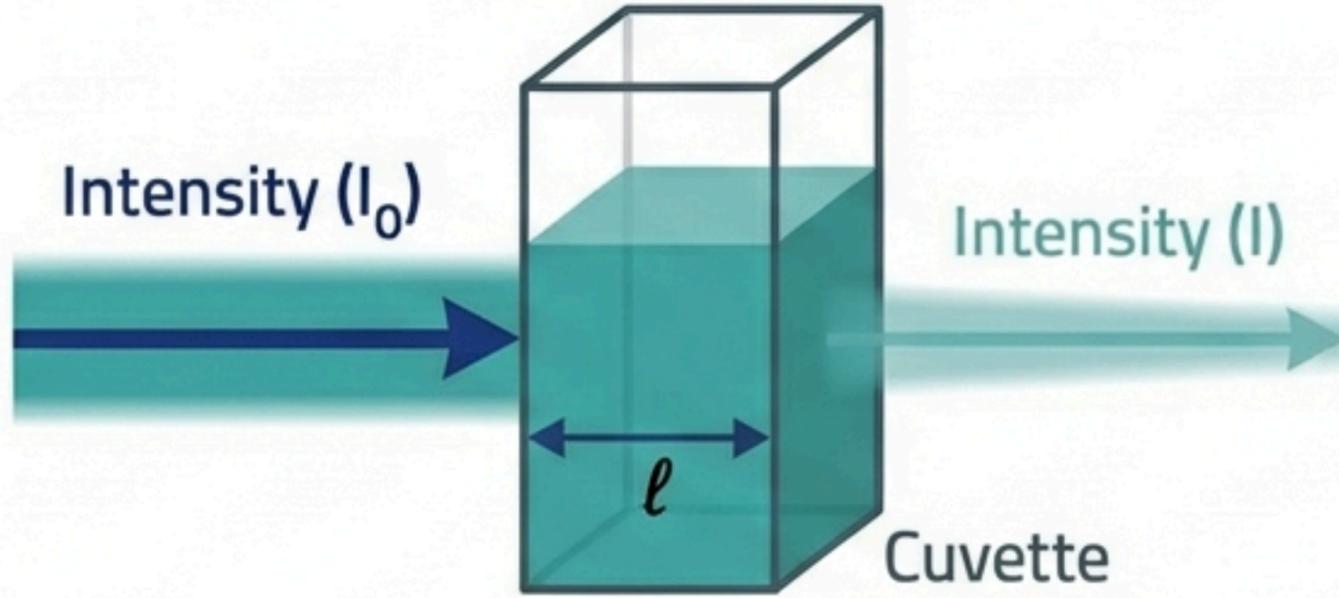


- تحليل كيميائي فائق الحساسية للسطح.
- يميز حالات الأكسدة والروابط الكيميائية.
- مثال: التأكد من الالتصاق (Adhesion) بين النحاس وأنايب الكربون.



مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis)

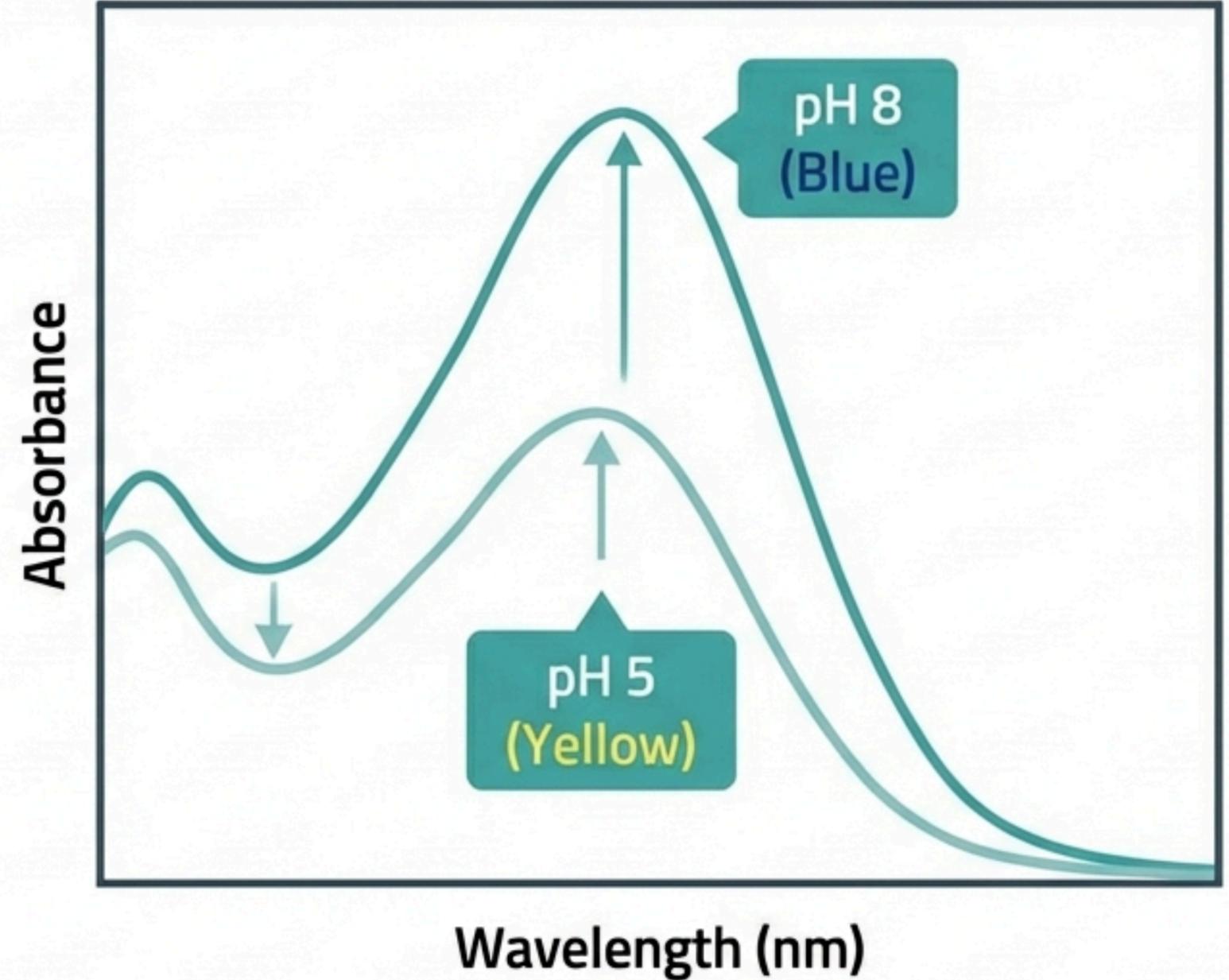
Beer-Lambert Law



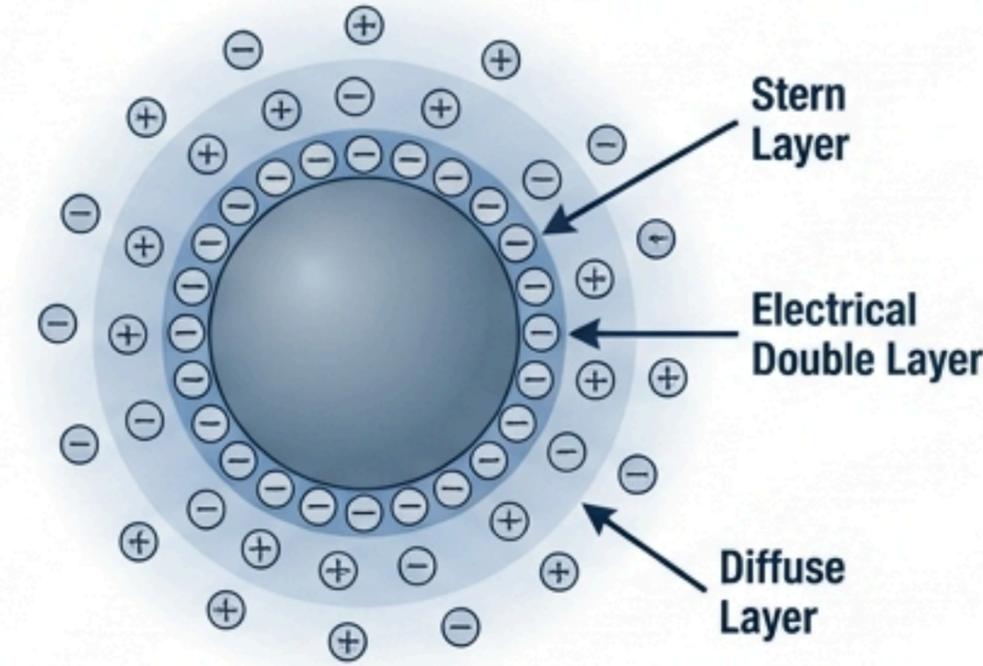
$$A = \epsilon l c$$

- قياس امتصاص الضوء لتحديد التركيز.
- التطبيقات: قياس تحرر الدواء (Drug Release) وحساسات الـ pH.

Absorbance Curve



جهد زيتا واستقرار المعلاقات (Zeta Potential)

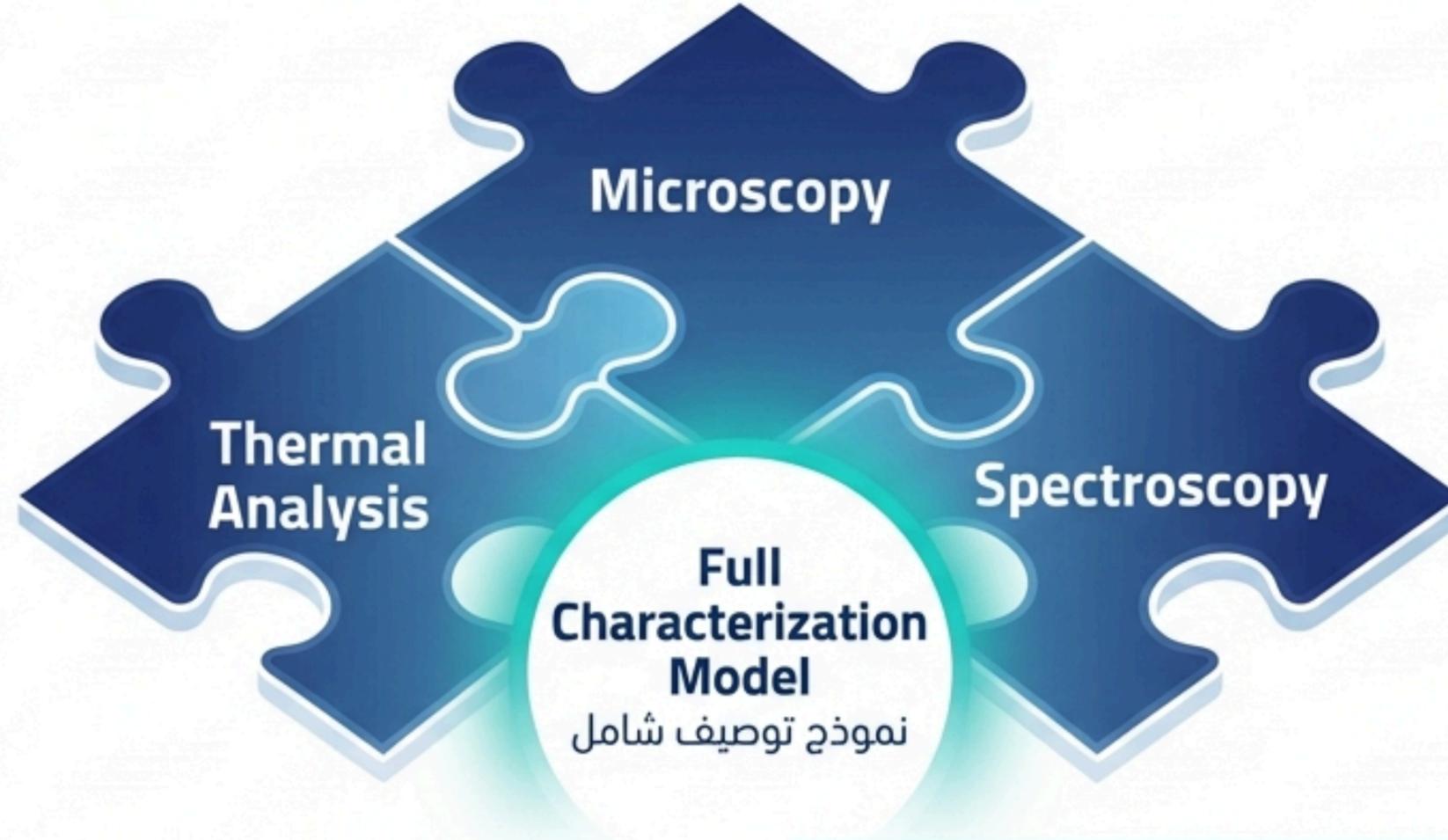


- مؤشر لاستقرار الجسيمات النانومترية في السوائل.
- القاعدة الذهبية: قيم مطلقة أعلى من 30mV تمنع التكتل.
- مثال: توزيع أنابيب الكربون باستخدام خافضات التوتر السطحي.

مصفوفة اختيار التقنية (Selection Matrix)



قوة التكامل في التوصيف



لا توجد تقنية واحدة تكفي. الفهم الحقيقي يتطلب دمج البيانات لبناء نموذج شامل.

للمزيد من التفاصيل:

قناة د. محمد باسل بزبوز على YouTube 