العلم أمس واليوم

علم البلورات

أشعة تكتشف عما تعجز عنه أقوى المكرسكوبات

لما كان الانسان قادراً على تصوّر بعض النتائج التي يجتنيها من تغلبه على المصاعب التي تعترض سبيلهُ ، ولما كان ذا عزم يدفعهُ الى محاولة التغلّب عليها ، فقد استنبط وسائل مختلفة غاية في الاحكام لمساعدته في تحقيق ما يصبو اليه . فاذا أخذنا بعض المصاعب التي تنشأ عن ضعف بصرهِ وجدنا انهُ استنبط المكرسكوب ليمكنهُ من رؤية التفاصيل الدقيقة مما لا تستطاع رؤيتهُ بالعين المجرّدة. ولم تكن النظارات التي يستعملها الناس الاّ خطوة نحو هذا الهدف

فنجم عن ذلك ان الانسان اصبح بواسطة المكرسكوب اقدر على تناول كثير من المواد التي لا بدَّ من استعمالها في شؤون الحياة اليومية . فالمكرسكوب اداة فعّالة في درس بناء المعادن والاخلاط التي تبنى منها الآلات والسيارات والسكك الحديدية . والمكرسكوب اداة لا مندوحة عنها الآن في درس دقائق الالياف في صناعة الغزل والنسج . وغني عن البيان انهُ وسيلة البيولوجي الاول وسلاح البكتيريولوجي الامضى . ويعلوم البيولوجي والبكتيريولوجي تتصل العلوم والصناعات الزراعية التي لها اكبر شأن في السمان الحديث

***

على ان للمكرسكوب حدّاً لا يستطيع ان يتعدّاهُ . فهو لا يستطيع ان يرى طائفة كبيرة من الاجسام الدقيقة . ولكن ثمة طائفة من الاجسام اصغر منها لا يكشف عنها المكرسكوب. وسبب هذا العجز حائل طبيعي. وقد قلنا «طبيعي» عمداً لانهُ يتوقف على طبيعة امواج الضوء. ولو كانت كل الاشياء التي نهتم بها يستطاع الكشف عنهُ بالمكرسكوب لما كان العلماء يحاولون ان يتخطوا هذا الحائل. ولكنَّ العوالم الكائنة وراء حدود المكرسكوب اوسع آفاقاً من العوالم التي كشف المكرسكوب عنها . ولذا فلا مندوحة عن البحث عن وسيلة لرؤية ما في تلك العوالم من الاجسام والكائنات والاسرار . فثمة مثلاً تفاصيل بناء الخلية الحية وتركيب اصغر الدقائق التي في المعادن والفلزات والمطاط والدهان والعظم والعصب والياف القطن والكتان والحرير وغيرها ، التي لا بدَّ من ان تظل محجوبة عنّا اذا اكتفينا بالمكرسكوب ، لان حجبها قائم على طبيعة الضوء لا على جهل الباحث . فما هو هذا الحائل الطبيعي ؟

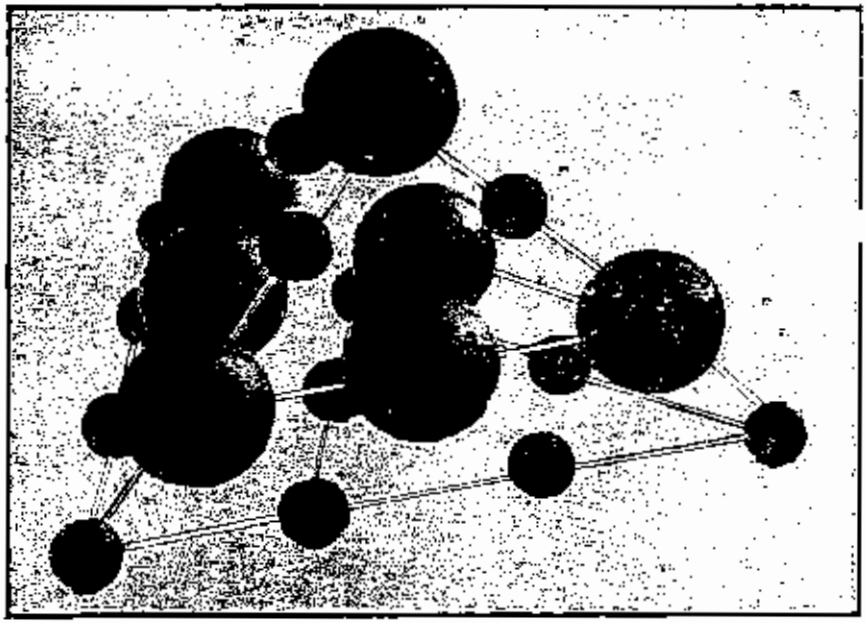
تقوم قوة بصرنا على اشعاع الضوء من مصدر ما . فالضوء سر البصر ومن دونه نعجز عن رؤية اي جسم من الاجسام . وحقيقة الاشعاع لا تزال مخفية عنا . ولكن ما كشف من ظاهراتها يخولنا حق القول انها في بعض هذه الظاهرات امواجٌ في وسط يدعى الاثير . وانعين عضوٌ خلق للتأثر بهذه الامواج . فاذا اتجهنا الى مصدر النور بعيوننا لم نشعر الاَّ بهذا التألق المنبعث منهُ . فاذا وقعت هذه الامواج على جسم ارتدت عنهُ وتحوَّلت في اثناء ارتدادها . فاذا اتجهنا بعيوننا الى هذا الجسم المنور بالامواج ، اتصلت بها الامواج المرتدة عنهُ المتحولة في اثناء ارتدادها . وقد تعلمنا بالاختبار الطويل ان نعرف من طبيعة الامواج المرتدة طبيعة الجسم المرتدة عنهُ . وهذا هو الابصار

والفصل الاساسي في هذا العمل هو تشتت امواج الضوء وتحوّلها بحسب الجسم الذي يشتتها . والمعروف ان للامواج اطوالاً مختلفة . فاذا لاحظنا امواج البحر وجدنا ان جسماً صغيراً طافياً على سطح البحر كقطعة صغيرة من الفلين لا يستطيع ان يؤثر في سير الموجة . بل هي تتعداه في سيرها غير آبهة لهُ . فاذا التقت بصخرة كبيرة او بسفينة ضخمة ارتدَّت عنها . وما يصدق على امواج البحر يصدق على امواج الضوء . فمن الاجسام ما هو اصغر من امواج الضوء التي نراها . فهذه الاجسام لا تستطيع ان تؤثر في الامواج لصغرها فلا ترتدُّ الامواج عنها ولا تتحوَّل ولذلك لا نستطيع ان نراها لا بالعين المجرَّدة ولا بالمكرسكوب لان الامواج التي تستطيع العين ان تتأثر بها تمكنها من الابصار تقع بين طرفين محدودين من الطول والقصر . وهذه الاجسام اصغر من اقصر هذه الامواج . فلا بدَّ من بقائها محجوبة عن ابصارنا اذا اكتفينا بالمكرسكوب . على ان رؤيتها ومعرفة تفاصيل بنائها لها شأن خطير في ارتقاء العلم والعمران فاذا نفعل ؟

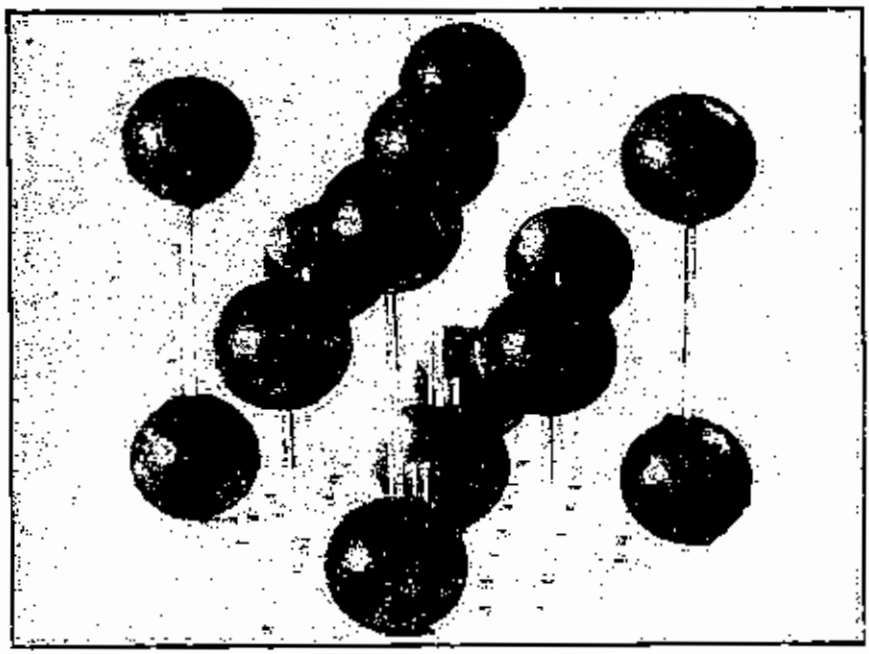
باشعة اكس نستطيع ان نتخطى هذا الحائل وندخل عالماً جديداً واسع النطاق . واشعة اكس تمكننا من ذلك لان امواجها اقصر من اقصر الامواج الضوئية التي نبصرها عشرة آلاف ضعف . على انها شبيهة بها من حيث خصائصها الطبيعية . فالاجسام الدقيقة التي لم نستطع ان نؤثر في اقصر امواج الضوء — لان هذه الامواج كبيرة ازاءها — نستطيع ان نردَّ امواج اشعة اكس وتحوّلها لان هذه الامواج اصغر منها

ولكن كيف نستطيع ان نطلع على الحقائق التي تكشفها لنا هذه الاشعة ونحن لا نستطيع رؤيتها لانها خارج نطاق الامواج التي تؤثر في اعصابنا البصرية

التصوير الفوتغرافي هو احد هذه الوسائل . فالفلم او اللوح الفوتغرافي يتطبع بهذه الاشعة كما يتطبع بالاشعة الكهاوية التي في ضوء الشمس — رغم احتجابها عن عيوننا . لكن ذلك

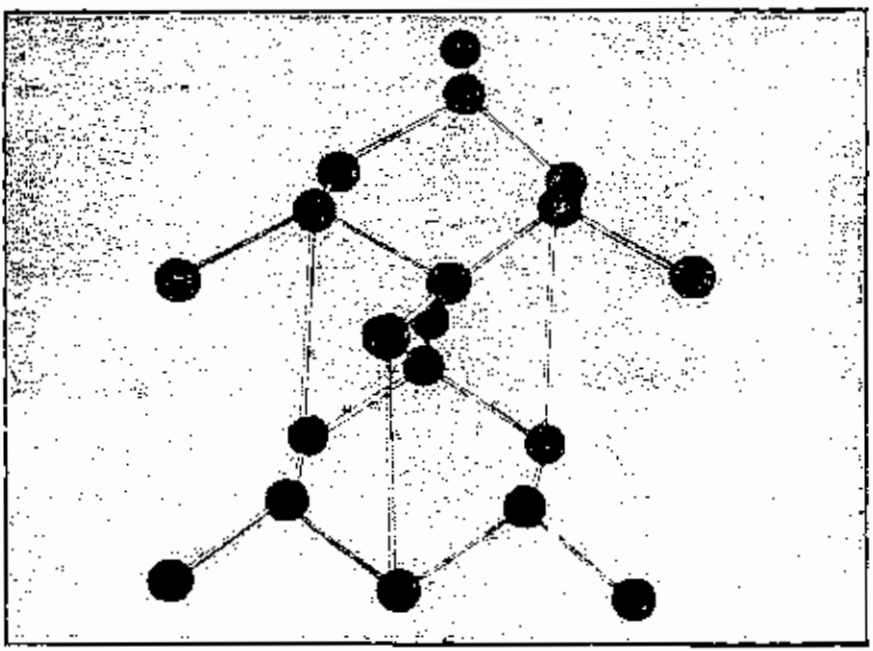


انتظام الذرّات في بلورة ملح الطعام. فالكرات الكبيرة تمثل ذرات الصوديوم والصغيرة ذرّات الكلور



انتظام الذرّات في بلورة كربتور الزنك
فالكرات الكبيرة تمثل ذرات الزنك والصغيرة ذرّات الكربت

انتظام الذرات في بلورة الكلسيت
وهي مؤلفة من ثلاثة انواع من الذرّات . فالذرّات الكبيرة تمثل ذرات الكلسيوم والصغيرة السوداء تمثل ذرات الكربون والصغيرة البيضاء ذرات الاكسجين



انتظام الذرات في بلورة غرافيت

لايجدي نفعاً لو لم تكن الطبيعة قد جرت في بناء المواد على قواعد معينة . فما هي هذه القواعد

نحن نعلم ان العناصر اثنان وتسعون عنصراً . اخفها الايدروجين واثقلها الاورانيوم ولكن منها بضعة عناصر تفوق سائر العناصر مقداراً في جوّ الارض وقشرتها والاجسام التي على سطحها . واشهرها الاكسجين والسلكون والالومنيوم . فاذا اخذنا قطعة من الحديد الصرف علمنا انها لا تحتوي على شيء الاّ على ذرّات الحديد . ولكن هذه الذرات ليست مجتمعة اعتباطاً . بل هي منتظمة انتظاماً دقيقاً طبقاً لنموذج معين لا تحيد عنهُ في كل ذرات الحديد . وللنحاس نموذج خاص به . وللماس آخر وهلمَّ جرًّا . وبعض هذه النماذج ابسط بناء من نموذج الحديد واكثرها اشدُّ تعقيداً . وخصوصاً في المواد المركبة. والمسافات بين الذرات في هذه النماذج قصيرة جدًّا والذرات نفسها لا ترى . ولكننا نعرف كيفية بنائها بواسطة اشعة اكس

فاذا وجدت لدينا مادة تنتظم فيها الذرات طبق النموذج المبيَّن في صفوف موازٍ احدها للآخر قلنا ان هذه القطعة المادية «بلورة» . وصفة البلورة انما تستعمل في هذا العلم للانتظام الكامل بحسب النموذج. والبلورات الفردة كثيرة منها الجواهر والحجارة الثمينة وبلورات الملح والسكر وغيرها من المادة التي يمز عليها عادة في المختبر الكيماوي . ولكن معظم المواد التي نتناولها كل يوم، كالقطع المعدنية في ساعاتنا ودراجاتنا وافلامنا الحبرية ونقود ناء انما هي مجموعة من البلورات الدقيقة . والواقع ان البلورة الفردة من اي معدن شيء نادر الوجود غريب الاطوار. فاذا اتيح لنا الحصول على بلورة من معدن النحاس وأخذناها في ايدينا تمكنا من حنيها كأنها قطعة من الدلتان المتجمد بعض التجمُّد. فاذا عالجناها كذلك هنيهة تصلبت في ايدينا وأصبحت كالنحاس صلابة ومتانة

وسبب ذلك ان لكل نوع من البلورات سطوحاً خاصَّة تنزلق صفوف الذرات بعضها على بعض في جهتها، وتدعى هذه السطوح سطوح الانزلاق. فاذا كانت بلورة النحاس بلورة مفردة سهل انزلاق صفٍّ من ذراتها على الآخر وهكذا يسهل حَنْيُها . اما اذا كانت القطعة التي في يدك متعددة البلورات تعارضت سطوح الانزلاق. فاذا حاولتَ حنيَ القطعة في جهة ما اعترضتك بعض البلورات التي اتجاه سطوح انزلاقها مقاومٌ للجهة التي ترغبها فتعجز عن تحقيق اربك . ولذلك ترى كل المواد البلورية المتعددة البلورات صلبة صلابةً متفاوتة

والبلورات الصغيرة التي تتألف منها المواد تمكن رؤيتها بالعين المجردة احياناً وبالمكرسكوب الذي كان اداة فعالة في ترقية علم المعادن وما يبنى منها . ولكن رغم فائدة المكرسكوب في هذه الناحية لا يستطيع ان يكشف لنا شيئاً عن بناء هذه البلورات الصغيرة اي عن انتظام

الذرات فيها في نماذج معينة . واما اشعة اكس فتستطيع ان تفعل ذلك اذا اتقنا استعمالها وفهم النتائج التي تبدو من هذا الاستعمال

واذا صحت الحقائق المتقدمة عن البلورة الواحدة فأحرِ بفائدة اشعة اكس في درس بلورات المواد المعدنية المعقدة كالاخلاط المعدنية مثلاً التي اصبح لها مقام خاص في الصناعات الحديثة لان المهندس يستطيع ان يخلق منها ما يجمع عدة صفات يحتاج اليها كما فعل بالدورالومن الجامع بين المتانة وخفة الوزن وهو يستعمل الآن في بناء هياكل البلونات واجسام الطيارات . وصفات هذه الاخلاط تتوقف غالباً على اشكال البلورات التي تتكون فيها واحجامها واتجاهاتها النسبية . وهذه كلها يمكن درسها بواسطة اشعة اكس . بل ان اشعة اكس قد اثبتت لنا ان كثيراً من المواد التي لم تحسب بلورية من قبل هي في الواقع بلورية البناء كالقطن والحرير والمطاط الممدود والعظم وغيرها

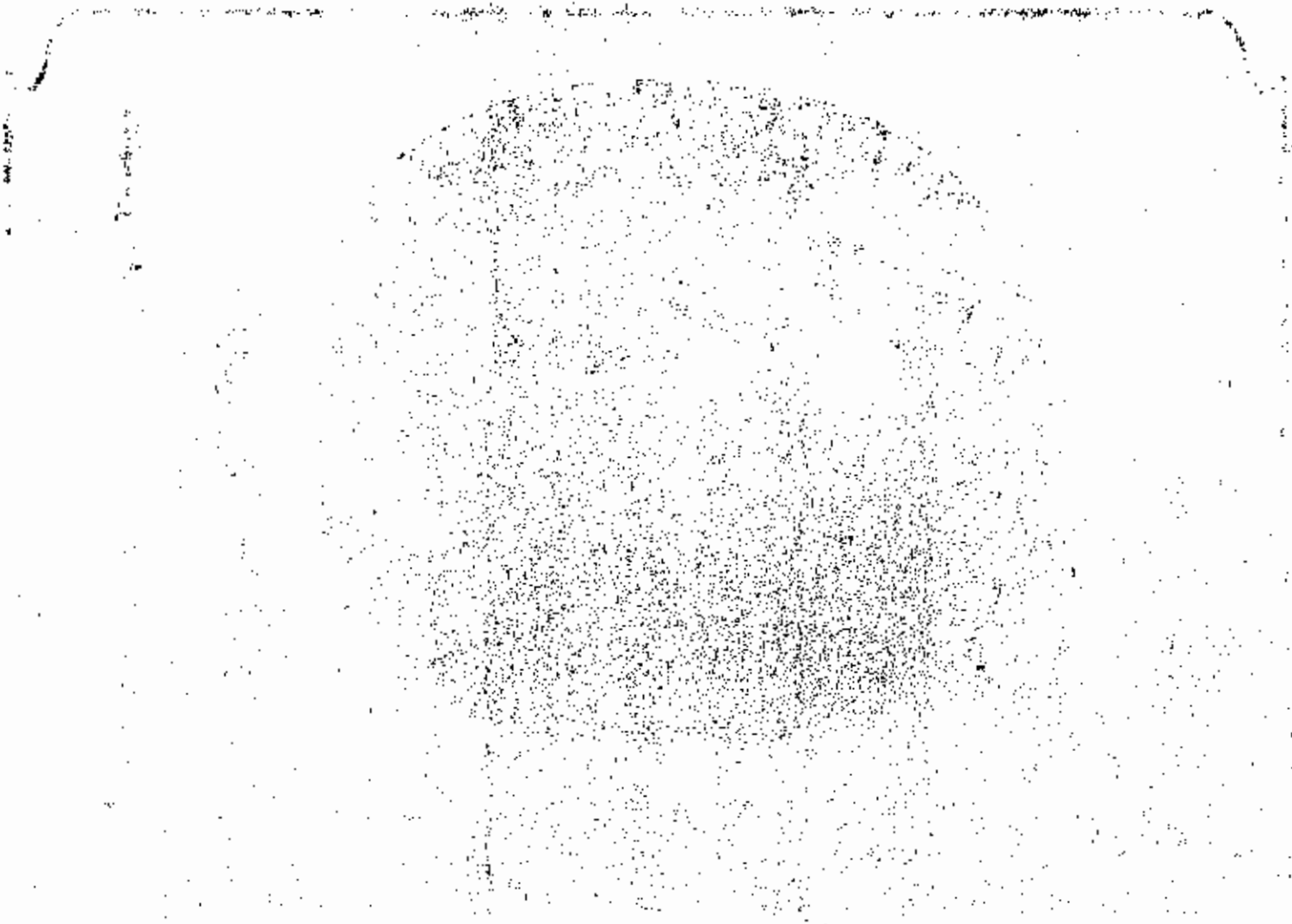
هذه المامة بسيطة ببناء البلورات. وما لمعرفة قواعده من الشأن في الصناعات الحديثة. بقي علينا ان نذكر شيئاً عن طريقة استعمال اشعة اكس لمعرفة دقائق هذا البناء

قلنا اننا نرى الاجسام بوقوع اشعة النور عليها وارتدادها عنها بعد تحولها تحولاً اصبحنا نفهم منهُ طبيعة الجسم الذي يردها ويحولها. اما اشعة اكس فقصيرة جداً فتستطيع الذرّة ان ترد ها عنها . ولكن الذرة متناهية في الدقة كذلك فلا نستطيع ان نحس بأمواج اشعة اكس المرتدة عن ذرة واحدة . ومن هنا مقام البلورات . فالبلورات مجموعة منتظمة من الذرات . والذرات في بلورات مادةٍ ما منتظمة انتظاماً واحداً. فاذا صوّبت اشعة اكس الى بلورة ارتدت عن ذراتها في نموذج منتظم وهذا يصوَّر وبه يعرف انتظام الذرات في البلورة

ومما لا ريب فيه انها طريقة غير مباشرة لمعرفة أسرار هذا البناء . فنحن لا نرى بها الذرات المفردة. بل نكشف فقط عن طريقة انتظامها. ولكن الحقائق التي تجمع من هذه الطريقة تُضَمُّ الى الحقائق التي تجمع من ميادين العلم الاخرى وبها نتوسل الى الكشف عن اسرار البناء في الطبيعة

* * *

هذا فرع جديد من فروع العلم . كشف عنهُ اولاً سنة ١٩١٢ لما اثبت الاستاذ فون لاوْ (von Laue) الالماني ان في الامكان استعمال اشعة اكس لمعرفة بناء البلورات فنجحت هذه الاشعة حيث فشلت اشعة الضوء العادية . ثم سار به السر وليم براغ (Bragg) وابنهُ الاستاذ وليم براغ شوطاً بعيداً في طريق النمو ولكن العلماء ما زالوا يجوسون خلالهُ بخطواط حذرة ومع ذلك تراهم قد ازاحوا النقاب عن مشاهد خلابة في عالم البناء الطبيعي



فرنسوى رابيه

François Rabelais

مقتطف مايو ١٩٣١ — أمام صفحة ٥٣٣