رؤي ابداعية جديدة للفنون التطبيقية (فى خدمة المجتمع)

New innovative vision for applied arts

دور التصوير الميكروسكوبى رباعى الابعاد فى مجال العلوم والطب

The role of the four-dimensional microscopy imaging in medicine and science . fields.

د/ رانيا شعبان ربيع ابوشنب

Dr/ Rania shaban rabie abu shanab

مدرس دكتور بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون ومنسق القسم

بالمعهد العالى للفنون التطبيقية بالتجمع الخامس

Email/ rshaban 55@yahoo.com

مقدمة

شهدت الاونة الأخيرة تطور هائل فى كافة المجالات ومن تلك المجالات مجال التصوير بأنواعه العديدة ومن تلك الأنواع الهامة التصوير الميكروسكوبى الذى يختص بمجال العلوم والطب وبعض المجالات الاخرى وهو من المجالات الهامة الحياتية التى لها اهمية فى تغير حياة البشرية كاملة وذلك لأنه ينتج عن تلك التصوير خطوات بحثية وملاحظات واكتشافات ستفتح آفاقاً جديداً للبحث العلمي وما كان مستحيلاً بالأمس أصبح واقع اليوم.

وقد بدأ التصوير الميكروسكوبى بتصوير ثنائى الأبعاد ثم تصوير ثلاثى الأبعاد إلى أن ظهر التصوير رباعى الابعاد على يد العالم زويل فهو يتحدث عن التصوير الميكروسكوبى رباعى الابعاد قائلاً : ان التحديات فى «عصر العلم» كثيرة، ولكن الآمال والفتوحات الممكنة تجعل إنسان هذا القرن فى أزهى عصور التقدم. الرصد والتحكم فى العالم غير المرئى. يتجه العالم الآن لرؤية أشياء لم يرها من قبل، من الذرة إلى الخلية، وقد انتهينا مع المجموعة البحثية فى مركز دراسات التكنولوجيا فائقة السرعة بعمل «ميكروسكوب رباعى الأبعاد والذى تم منحه براءة اختراع عالمية عام 2006. هذا الميكروسكوب الإلكترونى يمكن عن طريقه رصد سمك شعرة الإنسان وتكبيرها مليون مرة، وترى الحركة الفعّالة فى أقصر زمن ممكن لتفهم ما الذى يحدث فى المادة ، ما الذى يحدث فى البروتين والخلية؟ كلها أسئلة إذا أمكنت الإجابة عنها سوف تؤدى إلى اكتشافات جديدة فى النانو تكنولوجى والبيولوجيا الإنسانية والطب. كما انه تحدث عن اهمية التصوير فى توضيح موضوعات علمية واكتشافات وانه عندما كان التصوير الميكروسكوبى ثنائى الابعاد امكنه معرفة شكل الخلية واكتشاف هل الخلية سليمة ام لا وبعدها اكتشفوا الميكروسكوب الالكترون جعلك ترى المادة على مستوى الخلية والجزئ ولكن التصوير كان على شكلين اما تكون الصورة ثنائية الابعاد ساكنة أو التصوير الميكروسكوبى ثلاثي الابعاد وهو الطول والعرض والعمق ولكن صورة ساكنة فأصبحنا لا نفهم حركاتها فوجب علينا الحصول على فيلم متحرك لرؤية حركات الخلية فتم اكتشاف التصوير بالميكروسكوب رباعى الابعاد .

إن الميكروسكوب رباعى الأبعاد يحدث ثورة فى طريقة نظرتنا لعالم النانو،إنه يسمح بمشاهدة الزمن الحقيقى والمساحة الحقيقية للتغيرات داخل الذرة، وهو ثورة علمية عظيمة ستعود على كل البشرية بخير كبير في كل مجالات الحياة خصوصا الطب و علاج الامراض.

مشكلة البحث

بالرغم من الاهمية الكبيرة لمجال التصوير الميكرسكوبى ودخوله فى اكتشافات علمية هامة وعن طريقه حصل د/أحمد زويل عل جائزة نوبل فى اكتشاف كاميرا للتصوير الميكرسكوبى الالكترونى عالى السرعة رباعى الأبعاد إلا أنه مازال يلاقى تجاهل من المتخصصين فى مجال التصوير ويفتقد المتخصصين معرفة تطور التصوير الميكرسكوبى وأهميته .

أهمية البحث

1-ابراز اهمية التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد فى مجال العلوم والطب .

2-ابراز اهمية مجال التصوير الميكرسكوبى كأحد مجالات التصوير العلمى .

3-ندرة الأبحاث فى هذا المجال .

هدف البحث :

1- إلقاء الضوء على أهمية التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد وخاصة فى مجال العلوم والطب.

2-إلقاء الضوء على اهمية التصوير الميكرسكوبى كأحد فروع التصوير العلمى.

3-القاء الضوء على تأثير التصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد على الصورة الناتجة .

فروض البحث.

1-باستخدام التقنيات الحديثة التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد يمكن الوصول لاكتشافات علمية 2-باستخدام التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد يمكن اكتشاف علاج لبعض الامراض.

3-باستخدام التصوير الميكرسكوبى يمكن تحقيق تقدم فى المجال الطبى والمجالات العلمية .

منهجية البحث :

يتبع الباحث المنهج الوصفى التحليلى .

حدود البحث:

اقتصرت حدود البحث فى دراسة على التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد فى مجال العلوم والطب

محاور البحث :

1-تطور التصوير المجهرى من الكاميرا المظلمة إلى التصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد.

1-التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد.

2-1-تعريف التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد.

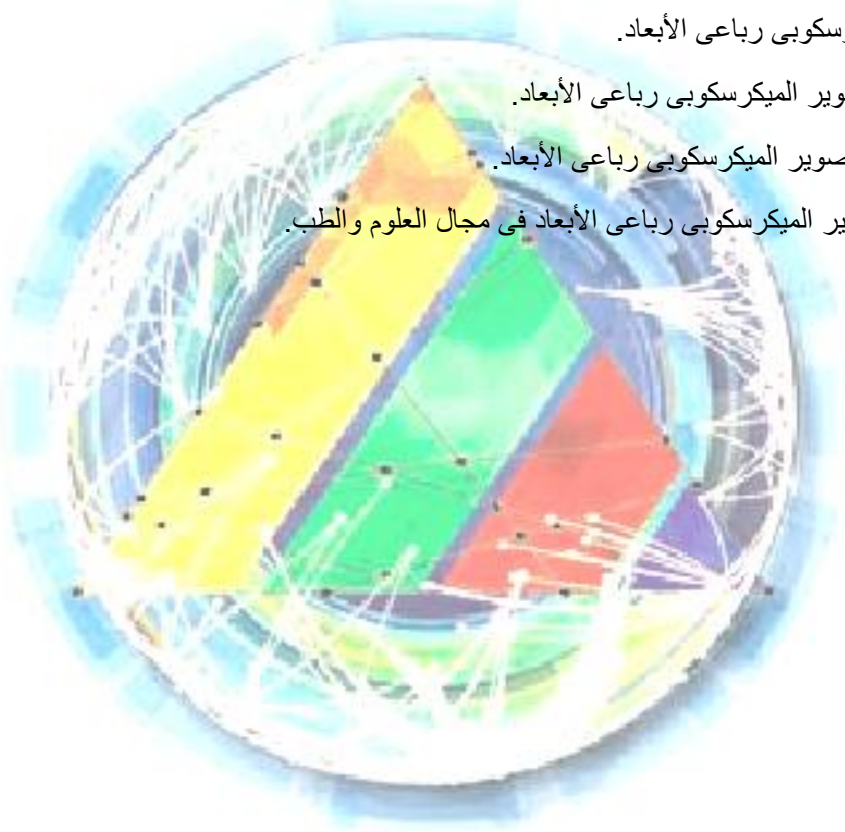
2-2-آلية عمل التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد.

2-3-اهمية التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد فى مجال العلوم والطب.

3-التطبيقات

4-النتائج

5-التوصيات



1-التصوير المجهرى من الكاميرا المظلمة إلى التصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد

سوف نتعرض للتطورات الهائلة للتصوير المجهري من كاميرا ابن الهيثم المظلمة ثم التصوير المجهرى الضوئى ثنائى الابعاد لهوك و فان ليفنهوك وصولاً إلى التصوير المجهرى الإلكترونى ثلاثى الأبعاد ورباعى الأبعاد وقد حولت هذه التطورات نطاق تصور البشر . التغييرات في الطول والجداول الزمنية المعنية هي التي لا يمكن تصورها بداية من ظلال الشموع المرئية بمقاييس السنتيمتر والثانية نهاية بالذرات الغير مرئية بمقاييس النانومتر والفمتوثانية .بواسطة هذه التطورات أصبح من الممكن تحديد تركيب المادة وحركيتها وتوفر هذه الملاحظات وسائل لتصور سلوك المواد ووظيفتها الحيوية بهدف فهم الظواهر الناشئة في الأنظمة المعقدة.

1-1-الضوء

التقدم المتزايد للبشر جعل الشيء الصغير جدا والكبير جدا مرئى وملموس ملحوظ حقيقة . العين البشرية ليست محدودة بحيود الضوء ولكن محدوده بدقتها الزمانية والمكانية فللمكانية حتى بعد 100 ميكرومتر والزمنى حتى جزء من الثانية بالتقريب .اليوم بمساعدة الأدوات نستطيع أن نرى أشياء أصغر من نانومتر فى الحجم وتتحرك بالفمتوثانية والاتوثانية (Zewail & Thomas 2009) .

بالتأكيد كانت قوة الضوء للمراقبة مع البشر منذ خلقهم ، نعود أكثر من ستة آلاف من السنين فالإنسان يجد طريقه لعلم تحديد الزمن (Zewail 2000) و إلى العقائد والشعائر السماوية العظيمة

شكل رقم (1)

اهمية علاقة الضوء بالحياة يتضح منذ اكثر من ثلاثة ألاف سنة فى عصر اخناتون ونفرتيتى لاحظ مخطط اشعة الضوء من مصدر كروى (الشمس) (Zewail 2008)

بطبيعة الحال ، فإن فلاسفة الماضي يجب أن يكونوا قد انشغلوا بسؤال : ما هو الضوء وما يؤدي إلى الظواهر البصرية المرتبطة به ؟ و قد قدمت مساهمة رائدة في هذا المسعى من قبل الموسوعي العربي ابن الهيثم وهو معروف بتجاربه الكثيرة وافكاره عن الانعكاس والانكسار ويعود الفضل أيضا اليه فى شرح آلية الرؤية بشكل صحيح قبل مساهمات كيبلر وديكارت، دافنشي، سنيل ونيوتن . ولكن الذى له صلة بموضوعنا هو تحليله المفاهيمي للكاميرا المظلمة ، الغرفة المظلمة والتى اثارت اهتمام (J. W. Strutt) والذى اشتهر بعد ذلك .(Lord Rayleigh- 1890)

فكرة ابن الهيثم أن الضوء يجب أن ينتقل فى خطوط مستقيمة وان الجسم مقلوب فى مخطط الصورة لا تختلف عن الصورة الحديثة لمخطط الاشعة والتى تدرس فى البصريات اليوم (شكل 2) وقد نشرت أعماله الرائعة في كتاب البصريات أو باللغة العربية ، كتاب المناظير.

فى القرنين الرابع عشر والخامس عشر تم اتقان فن العدسات فى أوربا وظهرت فكرة المجهر الضوئى ، فى 1665على يد العالم (Robert Hooke)(الرجل الذي صاغ كلمة 'خلية') نشر دراساته عن التصوير المجهرى وكان من بينها وصف النباتات ، والريش ، وكذلك الفلين وقدرته على الطفو على سطح الماء .

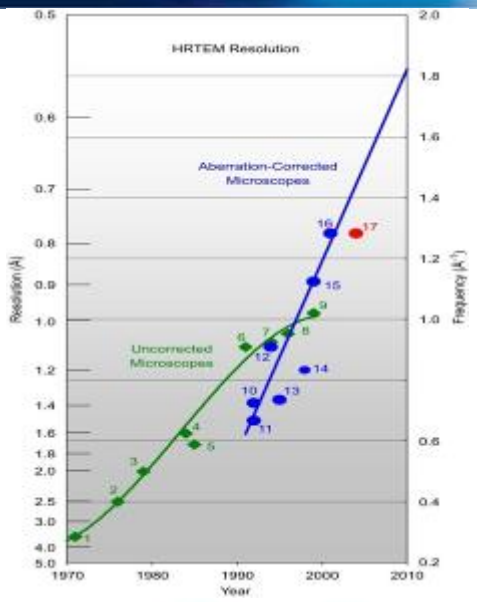
شكل رقم (2)

نظرية الكاميرا المظلمة والتى ظهرت منذ الف عام بواسطة ابن الهيثم الذي صاغ مصطلح -لاحظ تكوين الصورة المقلوبة من خلال مخطط الاشعة.

استخدم Anton van Leeuwenhoek مجهر بسيط ذو عدسة واحدة فى فحص الدم ،الحشرات وأشياء أخرى وكان اول من رأى البكتيريا من بين اجسام دقيقة اخرى . بعد مائة سنة اخرى تجربة من قبل الفيزيائي طبيب وعالم المصريات ، توماس يونغ، أظهرت تداخل الضوء ، التجربة التي أحدثت ثورة في وجهات نظرنا بشأن طبيعة الضوء تجربته ذات الشقين والتى أجريت في المعهد الملكي لبريطانيا العظمى فى 1801 أدت إلى زوال نظرية نيوتن الجسيمية للضوء . من الأهمية هنا هو ظاهرة الحيود بسبب تداخلات الموجات (التماسك) . بعد وقت كثير وجد أن مثل هذه الحيود تنتج مسافات داخل الذرات وهى سمة من الهياكل الجزيئية والكريستال كما تم اكتشافه فى 1912 بواسطة von Laue وتم توضيحه بعد ذلك بواسطة W. L. Bragg.

وقد ذهبت الدقة في التصوير المجهري إلى مستوى جديد كليا من قبل اثنين من التطورات الرئيسية في المجهر الضوئي ، فى 1878 صاغ Ernst Abbe نظرية رياضية لربط الدقة بالطول الموجى للضوء (وهذا وراء ما اسميناه معيار رايلي التجريبي لمصادر غير متماسكة) وبذلك وجدنا العوامل المثلى لتحقيق دقة اعلى.فى بداية القرن العشرين Richard Zsigmondy من خلال استكمال عمل Faraday and Tyndall طور المجهر الفائق لدراسة الجزيئات الغروية ولذلك نال جائزة نوبل فى الكيمياء عام 1925 ثم جاءت التطورات فى 1930 بواسطة Frits Zernike الذى قدم نظرية التباين –الحالة فى المجهر الضوئى والذى نال ايضا جائزة نوبل فى الفيزياء 1953 . وكان من المفهوم ان دقة المجهر الضوئى محدودة بالطول الموجى للضوء المرئى المستخدم. في الآونة الأخيرة ، أدت التقنيات البصرية إلى تحسن كبير فى الدقة.

في المجهر الضوئي ينص على أنه من أجل تحليل انواع X من الأنواع Y، يجب أن يكون نمط حيود الحد الأقصى من X هى المسافة من الحد الأدنى من نمط حيود Y. ،يذكر رايلي رياضيا أن الحد الأدنى للمسافة التي يمكن حلها هي



شكل رقم (3)

حيث هو الطول الموجي، F هو البعد البؤري وD هو قطر العدسة.

تحليل الإلكترونات المسرعة لمسافات أصغر من موجات الضوء نظرا لصغر طول موجة دي برولي. وبالتالي، فإن التحليل يمكن تحقيقه عن طريق التصوير مع الإلكترونات التى يمكن أن يتجاوز المجهر الضوئى النموذجي.

2-1. الإلكترونات في التصوير المجهري .

قبل بداية القرن العشرين مباشرة فى عام 1897 تم اكتشاف الالكترونات او كرات J. J. Thomson لكنها لم تكن كما تصورها أشعة التصوير الى ان قام Louis de Broglie بصياغة نظرية ازدواجية الموجة –الجسيم فى 1924. ازدواجية شخصية الالكترون تصاغ فى العلاقة λde Broglie = h /p واقترح إمكانية تحقيق موجات من بيكومتر الطول الموجي، وتصبح ضرورية لفهم الحيود والتصوير. الاثبات التجريبى الاول للخصائص الموجية للإلكترون تم عمله عام 1927 بواسطة Davisson and Germer و، بشكل مستقل ، من خلال G. P. Thomson ابن J. J. Thomson والذى لاحظ مع Reid انتشار الالكترونات مخترقة رقاقة معدنية رقيقة . فى 1923 وضع Dirac مفهوم تداخل الجزئ الواحد .

ثم بعد ذلك تم اختراع المجهر الالكترونى بواسطة Knoll & Ruska عام 1932 و قاموا بتحسين الدقة إلى مقياس ميكرومتر في المجهر الإلكتروني النافذ.

قدم Boersch عدسة الحيود فى المجهر الإلكتروني النافذ فى عام 1936، وفى 1940 وجد ما يسمى حواف فريسنل وهى حيود في الحواف' في المجهر.

فى عام 1939 Walther Kossel and Gottfried Möllenstedt جمعوا فى مجهرهم الالكترونى القدرة على تسجيل الصور ثنائية الابعاد و أنماط الحيود الإلكتروني والتى تحتوى على معلومات عن الهيكل و المسافات المتكررة والجوانب الاخرى المتعلقة بالتماثل الكريستالى . هذه وغيرها من التطورات ذات الصلة في التصوير المجهرى أدت إلى التداخل الإلكترونى وتصوير ثلاثي الأبعاد . الاقتراح الأصلي للتصوير ثلاثي الأبعاد الإلكترونى بواسطة Denis Gabor فى عام 1948 ومولد التداخل الالكترونى ثنائى الحزمة بواسطة Möllenstedt عام 1953 وضعت الأساس للتطورات العملاقة بواسطة Tonomura 1998 والآخرون فى السنوات التابعة.

3-1- تصوير الذرات والجزيئات والخلايا.

تم الحصول على الصور الاولى للذرات المنفردة عام1951 بواسطة Muller (Müller 1951; Tsong 2006;Thomas 2008)

والذى قدم تقنية المجال – الايون فى التصوير المجهرى لتصويرها فى الاطراف الدقيقة للمعادن ويكشف عن وجود الفراغات والمجالات الذرية والمنحنيات في الاسطح. مع اختراع مصادر مجال الاشعاعات

والمسح الضوئي TEM بواسطة Crewe عام1970 أصبحت الذرات الثقيلة المعزولة مرئية بسهولة

(Crewe et al. 1970; Thomas1979)

وقد ظهر المجهر النفقي الماسح عام1980 والذى جعل من الممكن عمل صور المستوى الذرى للأسطح

اليوم، مع مجاهر تصحيح الانحراف ، وصل التصوير لدقة أقل من انجستروم (Nellist et al. 2004)

سيكون هذا التاريخ غير مكتمل اذا لم اذكر ان مجمل التطورات التقنية والتطبيقات في الابحاث على المواد العضوية وغير العضوية تمت بشكل كبير من مساهمات العديد من العلماء الآخرين.

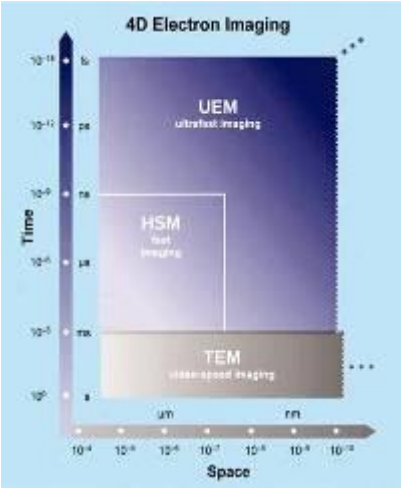
مر التصوير الالكترونى الحيوى بالعديد من التطورات وتشمل الكريستالية الالكترونية و التصوير المقطعى للجسيم الواحد والتصوير المجهرى كريو وساعد على ذلك الانتشار الواسع لاستخدام الحاسب فى عمليات كثيرة .

بدءا من 1968 من خلال عمل De Rosier and Klug فى الكريستالية الالكترونية اصبح من الممكن استخراج خرائط الكثافة ثلاثية الابعاد من صور المجهر الالكترونى .

التجارب التاريخية تكشف عن بنية عالية الدقة (متناهية الصغر) من بلورات ثنائية الأبعاد ، وصور كريو ثلاثية الابعاد لجسيمات متماثلة .

وصور كريو ثلاثية الابعاد لنفس الجزئ (التصوير المقطعى resolution 6 Å) وذلك اظهر التقدم الهائل الذى تم الوصول اليه.

بهذه الأساليب تم تحديد بنية الغشاء البروتينى لأول مرة وتم الحصول على خرائط الكثافة عالية الدقة للغلاف البروتينى للفيروس لأول مرة وتم تصوير الخلايا كاملة التقليل من أضرار الأشعة عن طريق دمج الجزيئات البيولوجية فى الثلج الزجاجى تعطى تقنية عالية الدقة للتصوير لتصور التنظيم ثلاثى الأبعاد للخلايا حقيقية النواة ومكوناتها المتحركة وهيكل الخلية بدقة من 6 انجستروم الى 2 نانومتر ويكون ذلك محدود بضرر الاشعاع . في عام 1932 ذكر نول وروسكا أول تصميم للمجهر الالكتروني (EM) التي يلتقط مع الإلكترونات بدلا من الضوء ". قد تحقق في السنوات التالية تقدما مطردا في تحليل EM في حين حلول تصحيح الانحراف للمجهر الالكتروني يسمح بتحليل ل A الفرعي. –(.Ahmed H. Zewail-2010)



شكل رقم (4)

مقارنة بين التحليل الزمني والمكاني للTEM، HSM، وUEM ف التصوير الإلكترون 4D

وعلاوة على ذلك، في حين ركزت بعض جهود الباحث الحالية على تصوير المستوى الذري، والبعض الآخر قد ركز على زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية التي يمكن رصدها. في البداية، كان يقتصر الجدول الزمني على زمن الاستجابة الملحوظة للعين البشرية ("مللي ثانية). ومع ظهور أشعة الليزر، وتقصير نطاق الوقت الذى يمكن ملاحظته. الحركة التفاعلية اليوم على الفيمتو ثانية مقياس 1×10^{-18} من الثانية قد بُحث مع ليزر نابض. وفي EM، الميزة الرئيسية هو التحليل المكاني؛. ومع ذلك، بلغ متوسط الصور مع مرور الوقت إلى الحد الأساسي من اقل تحليل زمني ومن جهة أخرى ، توفر التقنيات البصرية الفيمتو ثانية معلومات تكميلية لأنها توفر تحليل مؤقت صحيح في حين أن لديه محدودية فى المتوسط المكاني. الآونة الأخيرة، أدرج زويل و زملاء العمل نقاط القوة في كل من EM ووصف التقنيات البصرية D4 الميكروسكوب الالكتروني (UEM). ا يصور التحليل الزماني والمكاني لنقل المجهر الإلكتروني (TEM)، المجهر الإلكتروني عالى السرعة HSM) ، و(UEM. وفي حالة المجهر الالكترونى المكانى TEM، التحليل لa الفرعى فان التحليل الزماني يقتصر على ميلي ثانية. ما بالنسبة HSM، يمكن الحصول على نانوثانية للتحليل الزماني؛ ولكن نظرا للفضاء فأن توسيع التحليل المكاني لا يزال محدودا. يحتفظ UEM بالتحليل المكاني للمجهر الالكترونى المكانى مع زيادة التحليل الزماني لفمتوثانية. ولتحقيق ذلك، يتم تجميع الصور عبر 10^{6}-10^{7} للحزمة الإلكترونية الواحدة والتي لا تظهر شحنة الفضاء التوسيعية. في حين أن جودة الصورة من UEM هي مماثلة للمجهر الالكترونى المكانى .تكمن الفائدة في استخدام تصوير إلكترون واحد والذي يوفر قدرة فريدة لدراسة الهياكل العابرة موجودة على جدول زمني أسرع من الجدول الزمني للمجهر الإلكترونى المكانى TEM والتى يمكن الكشف عنها(Ahmed H. Zewail-2010 .)

في هذه النواحي، UEM لديها القدرة على الإجابة على بعض الأسئلة الأساسية بما في ذلك كيفية تطوير التفاعلات الكيميائية؟ (ب) كيفية تغيرات هيكل المركبات مع تطور رد الفعل (ج) ما هي الحركة الفيزيائية للمواد النانوية وحركتها؟

في تطبيق واحد من هذا القبيل ، استخدم زويل وآخرون UEM لرصد التذبذبات وتحديد كل من معامل يونغ والطاقة الكامنة فى الاجهزة الصغيرة جدا ، الشكل رقم (4) مثال على التصوير الزمني التى تم الحصول عليها عن التذبذب للتعزية في خطوات زمنية منفصلة. يسمح التحويل الفوري السريع لسعة النزوح لتحديد وتيرة التذبذب. هذه أمثلة أخرى من عمل زويل UEM تشمل مراقبة الاهتزاز من الجرافيت "، مراقبة بلورة، والتشكل من أنابيب الكربون النانوية.

4-1- التصوير رباعي الابعاد

في حين أنه في كافة الأساليب المذكورة أعلاه قد أجريت عمليات التصوير، والحيود والتحليل الكيميائي بطريقة ثابتة ، أصبح من الممكن الآن توحيد المجال الزمني مع المجال المكاني وبذلك تم عمل. التصوير المجهرى رباعى الابعاد (Barwick et al. 2008; Carbone et al ؛ Yurtsever & Zewail 2009; Barwick et al. 2009) .

هذا التطور يدين نجاحه إلى التقدم فى نظرية تصوير الإلكترون الواحد مع تحرر حزم الإلكترونات من الكاثود الضوئي باستخدام النبضات الضوئية الفيمتو ثانية .

في مثل هذا النمط من التصوير الإلكترونى ، التنافر بين الإلكترونات لا يكاد يذكر وبالتالى دقة الزمان والمكان لمستوى الذرة ممكن أن يتحقق.

التحركات الذرية وتحول الحالة والحركات الميكانيكية وطبيعة المجالات على الاسطح هى أمثلة من الظواهر التي يمكن رسمها في تفاصيل الهيكل بمعدل عشرة مرات اسرع ، وعلاوة على ذلك وبسبب ان الالكترونات يمكن التركيز عليها والإحساس بنبضاتها بمعدلات عالية جدا ولأن لديهم مقاطع عرضية غير مرنة يمكن تقديرها فالمجهر الالكترونى يوفر معلومات بأربع طرق مختلفة : في الفضاء الحقيقي، في الفضاء المتبادل، في الفضاء والطاقة في المجال الزمني. وقد تبين أن التصوير متقارب الشعاع أيضا يوفر الحيود على مستوى النانو للهياكل غير المتجانسة (Yurtsever & Zewail 2009) والتصوير قريب المجال يمكن أن يعطى خريطة للمجالات الكهرومغناطيسية فى هيكل المادة (Barwick et al. 2009).

وهكذا، بجانب التصوير الهيكلي، يمكن ان نكتشف مستويات طاقة الجزيئات وتحت الظروف المثلى التكوين العنصرى وروابط مستويات التكافؤ والمعلومات ثلاثية الابعاد يمكن أن نستخلصها.

ويوضح الشكل (4) أبعاد المكان والزمان للمجهر الالكترونى النفقى والمجهر الإلكتروني فائق السرعة ، حدود دقة الوقت ممثلة فى الانتقال من سرعة الفيديو م للي ثانية المستخدمة فى المجهر الالكترونى النفقى إلى التصوير عالى السرعة بالنانوثانية ثم إلى التصوير فائق السرعة بالفمتوثانية . الدقة المكانية فى مجال النانو ثانية عالى السرعة المشار إليها بالشكل محددة بتنافر الالكترون –الإلكترون في نبضات نانوثانية للالكترونات .صورة المجهر الالكترونى فائق السرعة فى تصوير الكترون واحد والتي، نظرا لعدم وجود تنافر بين الإلكترونات، تصل للدقة المكانية للمجهر الالكترونى النفقى وتظهر المفاهيم الرئيسية للمجهر الالكترونى فائق السرعة والنتائج النموذجية .

دقة الزمان والمكان تتحقق فى التصوير المجهرى الالكترونى و التركيز هنا هو على مقارنة المجهر فائق السرعة الإلكترون (UEM) والتصوير الانتقالى الإلكتروني (TEM)، ولكن المتغيرات الأخرى للتقنيات (المسح المجهرى ، التصوير المقطعي والتصوير الثلاثي الأبعاد ، فضلا عن التحليل الطيفي للإلكترون) يمكن كذلك اخذها فى الاعتبار. يمثل البعد الأفقي الدقة المكانية التي تحققت من السنوات الأولى من التصوير المجهرى الالكترونى إلى عصر أدوات تصحيح الانحراف. والمحور الرأسى يمثل الدقة الزمانية التي تحققت حتى الوقت الحاضر وملحقاته المتوقعة في المستقبل القريب. نطاقات الدقة الزمانية السريعة وفائقة السرعة تظهر فى مناطق التصوير عالى السرعة (HSM) والتصوير المجهرى فائق السرعة UEM ((Zewail & Thomas 2009.الخطوط الرأسية المنقطة تفصل الدقة المكانية.

من خصائص العين البشرية أنها محدودة في درجة إبصارها؛ فنحن لا نستطيع أن نرى أشياءً أدقَّ بكثير من الشَّعرة (جزء من المللِيهتر)، أو أن نستبين حركات أسرعَ من طرفة العين (عُشْر من الثانية). ولا شك في أن التطوُّرَ العلميَّ في ميدان البصريّات والأبحاث الميكروسكوبية على مدى الألفية الماضية قد أتاح لنا النفاذَ إلى ما وراء حدود قدرة العين المجرَّدة على الرؤية، لنعاين صُوَرا بديعة حقًّا، من مثل مخطط ميكروي micrograph لڤيروس، أو صورة ستروبوسكوپية Stroboscopicphotograph لطلقة وهي تخترق - بفاصل زمنيّ من رتبة الملّيثانية - مصباحا كهربائيّا. على أننا لو عُرِضَ علينا ، حتى عهد قريب ، فيلم يصوِّر ذرّات تتواثب ، لما خامَرَنا شك في أننا نعاين مشهدا

من الرسوم المتحرِّكة ، أو نسجا من خيال فنّان مبدع ، أو نوعا من المحاكاة المصطنَعة.

وفي غضون السنوات العشر الماضية ، استحدثتُ فريق البحث الذي يعمل مع العالم احمد زويل في معهد كاليفورنيا للتقانة طريقة جديدة للتصوير تكشف عن حركات تَحْدُث على مستوى الذرّات، وفي غضون أزمنة متناهية القصر لا تتجاوزالفمتوثانيةfemtosecond (هي جزء من مليون بليون، أي 10^{-15}، من الثانية). وإذ تُمَكِّنُ هذه التقنيةُ من التصوير في المكان والزمان في آن معا، وتقوم على استعمال الميكروسكوب (المجهر) الإلكتروني electronmicroscope، فقد أطلقتُ عليها اسم الميكروسكوب الإلكتروني رُباعي الأبعاد four-dimensional electron microscopy(4D)، واستعملناها لتمثيل ظواهر كاهتزازِ كوابيلcantilevers لا يتجاوز عرضُها بضعَ وحدات من بليون جزء من المتر، وكحركةِ ألواح ذرّات الكربون في الجرافيت وهي تهتزُّ اهتزازَ الطبل لدى «نقرها» بنبضة ليزرية ، وكتحوُّلِ المادة من حالة إلى أخرى. وقمنا أيضا بتصوير بروتينات وخلايا فردية مستقلة.

إن مبحث الميكروسكوب الإلكتروني رباعي الأبعاد يحمل تباشيرَ تؤْذِن بالإجابة عن تساؤلات في ميادين علمية تقع بين علم المواد وعلم الأحياء فما السبيل إلى فهم سلوك المواد من بدايته إلى نهايته ، من المستوى الذرِّي الدقيق إلى المستوى الماكروسكوپي (العياني) المنظور؛ وكيف تعمل الآلاتُ على المستوى النانوي (NEMS) أو الميكروي (الصِّغري) (MEMS)؛ وكيف تتضامُّ البروتيناتُ أو مجموعاتُ الجزيئات البيولوجية لتنتظم في بنى أكبر، وهي عملية جوهرية في سياق عمل جميع الخلايا الحيَّة. وبإمكان الميكروسكوپ رباعي الأبعاد كذلك أن يظهِر المنظوماتِ الذرِّيَّةَ للبنى النانوية (التي تحدِّد خصائصَ المواد النانوية الجديدة)، وربما تقتفي حركةَ الإلكترونات الطوّافةِ ضمن الذرّات والجزيئات على المقياس الزمني من رتبة آتوثانية attoseconds (جزء من بليون بليون، أي 10^{-18}، من الثانية). وإلى جانب التقدُّم الكبير الحاصل في العلوم الأساسية ، فإن التطبيقات الممكنة واسعة ومتعدِّدة ، ومن ضمنها تصميمُ آلات نانوية واستنباط أنواع جديدة من الأدوية

2-التصوير الميكرسكوبى رباعي الابعاد .

يجب القاء الضوء على بعض الجوانب النظرية للتصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد.

2-1-تعريف التصوير الميكرسكوب رباعي الابعاد

تصوير ميكروسكوپي (مجهري) إلكتروني رباعي الأبعاد يصنع «أفلاماً» من عمليات تَحْدُث ، على مستوى نانويٍّ القياس ، في غضون أزمنة متلاشية القِصَر لا تتجاوز الفمتوثوانِ10^{-15} من الثانية.

تصوغ هذه التقنيةُ كلَّ صورة من الفيلم من آلاف اللقطات الفردية التي تؤخَذ في أوقات محدَّدة متناهية الضَّبط.

لهذه التقنية تطبيقات واسعة في مجالات عدة ، تشمل علمَ المواد والتقانة النانوية والطب.

http://www.oloommagazine.com

2-2-كيفية اكتشاف التصوير الميكرسكوبى رباعي الأبعاد

كان قديماً يتم استخدام الميكرسكوب الضوئى فكانوا يستطيعون من خلاله رؤية و تصوير الخلايا ولكن لا يمكن رؤية الجزيئات ولا الذرات التى داخل الخلية ويمكن معرفة أن الخلية سليمة أم لا ولكن لا يمكن الدخول فى التفاصيل الجينية على مستوى الجزئ ولماذا حدث هذا العيب فى الخلية .

ثم تم اكتشاف الميكرسكوب الإلكترونى حيث يمكن من خلاله رؤية وتصوير الخلية على مستوى الذرة والجزئ ولكن الصورة فى النهاية تكون ساكنة لا يمكن رصد او معرفة تصرفاتها.

وكان يتم تصوير ببعدين وفيها يتم رؤية الطول والعرض للموضوع أو ثلاثى الابعاد و وفيها يتم رؤية الطول والعرض والعمق ، ولكن فى حالة التصوير الثنائى الابعاد أو الثلاثي الابعاد الصورة ثابتة (تصوير فوتوغرافى) وبذلك لا نستطيع ان نفهم لماذا الجين حدث له توقف او عيب او العيب الذى يحدث للبروتين لذلك اوجب عمل فيلم متحرك لكى يتم تفسير كيف تتم التفاعلات داخل الخلايا والتصرفات التى تتم داخلها وهل يوجد بروتين مريض وهنا معنى المرض ليس على المستوى الألم بل على مستوى الجزئ الذى يسبب المرض ولكي يتم معرفته يجب أن تراه .

مع أن الميكروسكوبية الرباعيةَ الأبعاد هي من أحدث التقنيات التي تعتمد على ليزرات معقّدة ومفاهيم متقدِّمة في مجال الفيزياء الكمومية، فإن كثيرا من مبادئها يمكن فهمه عن طريق تمثُّل الأسلوب الذي اتَّبعه العلماءُ في تطوير تقنية التصوير الفوتوغرافي بإيقاف الحركةstop-motionphotography منذ أكثر من قرن مضى. وهنا يُذكَر على وجه الخصوص البحث الذي قدَّمه (J-É.ماريه) [الأستاذ في كلية فرنسا Collègede France] في عقد التسعينات من القرن التاسع عشر، عندما درسَ الحركاتِ السريعةَ باستعمال قرص دوّار ذي شقوق طوليَّة وَضَعَه بين الشيء المتحرك واللوحة الفوتوغرافية أو الشريط الفوتوغرافي ، فتولَّد من ذلك سلسلة من مقاطع التعرُّض للضوء تشبه ما يجري في تصوير الأفلام السينمائية الحديثة http://www.oloommagazine.com

ومن بين الدراسات الأخرى ما قام به (ماريه) من استقصاء لما يحدث لِقطةٍ تسقط من أعلي ، وكيف أنها تعتدل في أثناء سقوطها من تلقاء نفسها، بحيث تهبط على أطرافها. ولم يستطيعوا تفسير ذلك وقد كثرت التفسيرات منها مقولات انها قوة جاءت من الهواء ومنهم من قال قوانين غريبة وبسبب وجود صورتين فقط اصبحت قوانين نيوتن خطأ لأن قانون نيوتن يقول لكى يغير جسم شكله أو وضعه يجب أن نعطيه قوة.ولو تم تطبيق هذا القانون على سقوط القطة فأين القوة التى غيرت من شكلها .

شكل رقم (5) لصورتان الثابتتان المأخوذتان فى التجربة

وعندما تم اكتشاف التصوير بإيقاف الحركة وتم تصويرها امكن تفسير الآلية التى تم بها تغيير شكل القطة للسقوط على اطرافها أنّى للقطة أن تؤدِّي - بالغريزة - وليس لديها ما تعتمد عليه سوى الهواء، من دون إخلال بقوانين نيوتن في الحركة ؟ إن عملية السقوط واضطراب القوائم لم تستغرق إلا أقلَّ من ثانية واحدة - أي أسرع بكثير من أن تتمكَّن العينُ المجرَّدةُ من استبانة ما حصل بالضبط. ولكنَّ الصُّوَرَ الفوتوغرافيةَ الخاطفة التي التقطها (ماريه) بطريقة إيقاف الحركة أعطت الجواب: ذلك أن القطة في حالة السقوط تلوي مقدَّمَها ومؤخَّرَها باتجاهَيْن متعاكسَيْن، مع بسطِ قوائمها وقبضها. وقد أدرك الغوّاصون وروّادُ الفضاء هذه الحركة، فهم يتدرَّبون على أداء حركات مماثلة تساعدهم على الدوران. وهنا اعتمد الميكرسكوب رباعى الابعاد على التجربة التى تمت 1832 م وهى mystery of falling cat .

الشكل رقم (6)

يوضح تجربة سقوط القطة يتضح فيها الحركة كاملة .

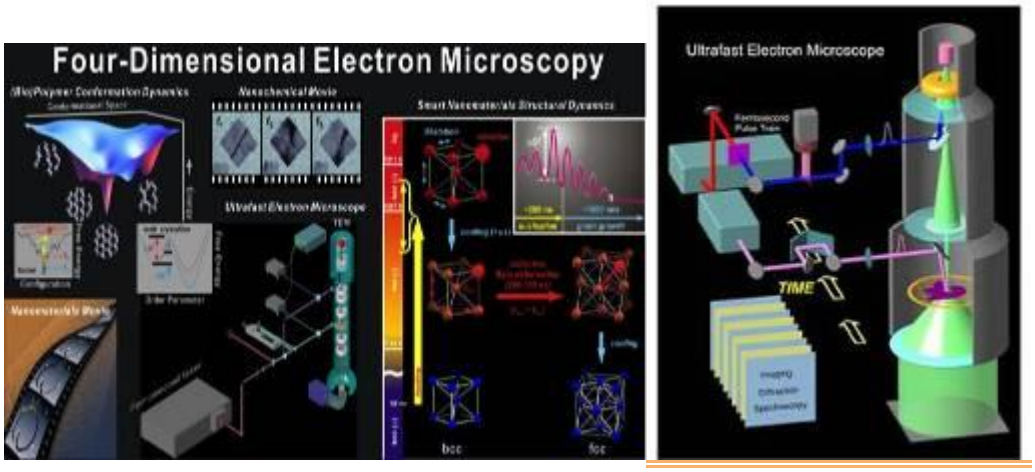
إبتكر د. زويل مؤخرا تقنية جديدة أطلق عليها اسم "الميكروسكوب رباعي الأبعاد" والذي يسمح - لأول مرة - برؤية أصغر الأشياء داخل الذرة، وقد تم تطوير هذا الميكروسكوب في "مركز الفيزياء الحيوية للعلوم والتكنولوجيا فائقة السرعة "، الذي يديره الدكتور زويل، أستاذ "كرسي لاينوس بولنج للكيمياء"، وأستاذ الفيزياء في "معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا".

وفي بحث علمي نُشر في مجلة "ساينس" العالمية تناول الدكتور زويل أبعاد التقنية الجديدة، حيث نجح ومن معه من الباحثين في إدخال البعد الرابع للزمن في صورة ميكروسكوبية عالية الجودة ، تقوم بتتبع مسار كل " إلكترون " على حدة وبدقة كاملة في الزمان و المكان.

وقالت "جامعة كالتك" الأمريكية " : إن الميكروسكوب رباعي الأبعاد يحدث ثورة في طريقة نظرتنا لعالم النانو، إنه يسمح بمشاهدة الزمن الحقيقي والمساحة الحقيقية للتغيرات داخل الذرة ، وهناك براءة اختراع مُنحت على هذا الابتكار ". وأشارت الجامعة إلي أن د. زويل يوسع أبحاثه الآن لاستخدام الميكروسكوب لتصوير مكونات الخلية مثل البروتين.. وقد تمكن بالفعل من رصد دقيق للتفاعلات والمسارات داخل خلية فأر.

وقال السير جون توماس من جامعة "كمبريدج" والعالم الأشهر في مجال الإلكترونات المجهرية: "إن هذا الإختراع وتطبيقاته يمثل ثورة تقنية ، وإن الباب مفتوح الآن لأعداد لا تحصى من الاكتشافات في العلوم الفيزيائية والبيولوجية". فيما قال أستاذ كرسي الهندسة الكيميائية في جامعة "كالتك" ديفيد تيرل: "إننا لم نتعلم أشياء جديدة ومهمة عن سلوك المواد

والجزيئات فقط ، ولكننا استمتعنا وشعرنا بالمرح ونحن نتابع ما رأيناه ". أما رئيس الجامعة البروفيسور إدوارد ستولبر فقد تحدث فخوراً بما أنجزه د. زويل قائلا: " إن جامعة كالتك التزمت أن تكون لها الريادة ".



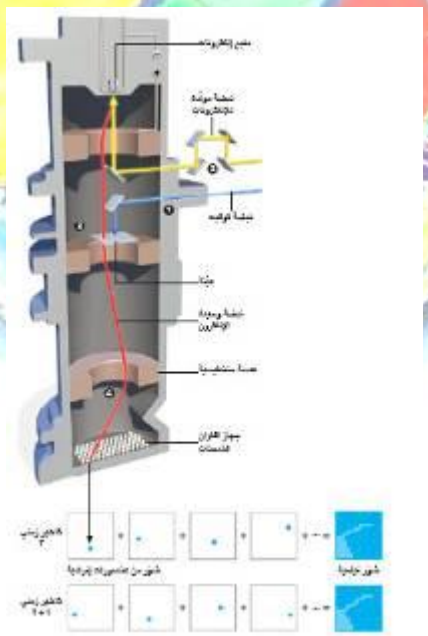
شكل رقم (7)

الميكرسكوب رباعى الابعاد

2-3-آلية العمل فى الميكروسكوب الإلكترونى الرباعى الأبعاد

يسجِّل الميكروسكوب الإلكترونيُّ النموذجيُّ صُوَرا ساكنة لعيِّنة نانوسكوبية القياس، وذلك بإطلاق حزمة إلكترونات خلالَ العيِّنة وتركيزها على مكشاف. وباستعمال نبضات وحيدة الإلكترون ، يولِّد الميكروسكوب الإلكترونيُّ الرباعيُّ الأبعاد صُوَرا فيلمية تمثِّل مراحلَ زمنية لا تتجاوز في قِصَرها الفمتوثوانِ (10^{-15} من الثانية).

http://www.oloommagazine.com



شكل رقم (8)

آلية العمل فى الميكروسكوب الإلكتروني الرباعي الأبعاد

تركَّب كلُّ صورة من الفيلم النانوي بتكرارِ هذه العملية آلافَ المرات بالتأخير الزمني نفسِه ، ثم ضَمِّ جميع الصور من اللقطات الإفرادية. وقد يَستعمِل الباحثون الميكروسكوپ أيضا بكيفيات أخرى ، كاستعمال نبضة واحدة بإلكترونات عديدة لكلِّ صورة ، وذلك تبعا لنوع الفيلم المراد الحصول عليه. على أن طريقةَ الإلكترون الوحيد تولِّد أدقَّ مَيْز حَيِّزيّ على الإطلاق ، وتتلقَّف أقصرَ المساحات الزمنية في كلِّ صورة.

1- تُستثار العيِّنةُ بنبضة توقيت - مثل نبضة ليزرية فى زمن فمتوثانية - لاستهلال انطلاق العملية المطلوبة عند وقت صِفْريّ محدَّد متناهي الضبط.

2- تُطلق نبضة ليزرية مولِّدة للإلكترون بالتزامن مع نبضةِ التوقيت، ولكنها تؤخَّر بقدر متحكَّم فيه.

3- تَخترِق العيِّنةَ نبضة تحتوي على إلكترون وحيد عند وقت (T) غاية في الدقة بعد الوقت صفر.

4- تقوم عدسات مغن اطيسية ميكرسكوبية بـ«تركيز» الإلكترون على وسيط الشحن المقارن charge coupled device) (CCD)، التي تسجِّله الصورة على الpixle وحيدة تنضمُّ إلى الصورة T من الفيلم النانوي.

شكل رقم (9)

كابول يهتزُّ عقب استثارته بنبضة ليزرية

كابول بعرض 50 نانومترا، مصنوع من أُشابة (خليط) alloy من النيكل والتيتانيوم، يهتزُّ عقب استثارته بنبضة ليزرية. والمربعات الزرقاء تُبْرِز الحركة. صورة واحدة كلَّ 10 نانوثوان. وقد يكون للخصائص الفيزيائية المستخلصة من هذه الاهتزازات تأثير في تصميم الأجهزة النانوميكانيكية

فيقوم مبدأ زويل على إرسال نبضة ليزر من أجل إطلاق تفاعلٍ كيميائيٍّ – وهذا ما يحدّد وقت بدء التفاعل – ومن ثم يتمّ إرسال نبضة أخرى إلى مكان حدوث التفاعل. هذه النبضة تسمح بتسجيل طيف امتصاص كل مادة للإشعاعات على وسيط حساس CCD، وبالتالي تحديد طبيعة وماهيّة المواد الوسيطة التي تنشأ خلال التفاعل. ويهدف ذلك الى الأخذ بعين الاعتبار ، الأوقات القصيرة جداً في التفاعل، ما قد يؤدي إلى فهم سبب حدوث بعض التفاعلات دون الأخرى، وبالتالي القدرة على التحكّم بهذه التفاعلات في المستقبل. https://eurekamagazine.wordpress.com

فهى الة تصوير تحتوى على عدسة مغناطيسية ميكرسكوبية ووسيط حساس ccd وشعاع ليزر لإطلاق الومضة بشكل سريع لتسجيل لقطات متتالية لإظهار عامل الحركة .

2-3-أهمية التصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد فى المجالات المختلفة

يعتبر التصوير الميكروسكوبي الإلكترونى رباعي الأبعاد من الاساليب الهامة التى سوف تساهم فى الإجابة عن تساؤلات في ميادين علمية تقع بين علم المواد وعلم الأحياء: فما السبيل إلى فهم سلوك المواد من بدايته إلى نهايته، من المستوى الذرّي الدقيق إلى المستوى الماكروسكوبي (العياني) المنظور؛ وكيف تعمل الآلاتُ على المستوى النانوي (NEMS) أو الميكروي (الصّغري) (MEMS)؛ وكيف تتضامُّ البروتيناتُ أو مجموعاتُ الجزيئات البيولوجية لتنتظم في بنى أكبر، وهي عملية جوهرية في سياق عمل جميع الخلايا الحيَّة. وبإمكان التصوير الميكروسكوبى رباعي الأبعاد أن يظهِر المنظوماتِ الذرِّيَّةَ للبنى النانوية (التي تحدِّد خصائصَ المواد النانوية الجديدة)، وربما تقتفي حركةَ الإلكترونات الطوّافةِ ضمن الذرّات والجزيئات على المقياس الزمني فى زمن آتوثانية attoseconds (جزء من بليون بليون، أي 10^{-18}، من الثانية). وإلى جانب التقدُّم الكبير الذى سوف يحدث في العلوم الأساسية ، فإن التطبيقات الممكنة واسعة ومتعدِّدة، ومن ضمنها تصميمُ آلات نانوية و فى مجال الطب يمكن استنباط أنواع جديدة من الأدوية.
ScientificAmerican.com/aug 2010/nanomovies

إن لتقنية التصوير الميكروسكوبي الإلكتروني الفائق السرعة رباعي الأبعاد تطبيقات بيولوجية مهمة كذلك. ولكي يتمثَّل الباحثون آليةَ عمل الجسم تمثُّلا كاملا ، فلا بدَّ لهم من معرفة بنى البروتينات المختلفة وغيرها من التكوينات الخلويَّة ذات الصلة ، إضافة إلى خصائصها الدينامية - كيف ينثني البروتين ، وكيف يتعرَّف - انتقائيّا - الجزيئات الأخرى ، وما هو الدور الذي يؤدِّيه الماءُ المحيطُ به. ومعلوم أن بعض الوظائف البيولوجية تقوم على مراحل فائقة السرعة؛ فمثلا تعتمد آليةُ الرؤية عند الإنسان، وعمليةُ التركيب الضوئي في النباتات، على فوتونات من الضوء تتسبَّب في إطلاق عمليات تستغرق زمنا من الفمتوثانية. ومع أن كثيراً من البروتينات تؤدِّي وظائفَها ، أو تَقْصُر عن أداء وظائفها ، وفقا لمقاييس زمنية أطول من الفمتوثوانٍ بكثير، فإن من شأن الحركاتِ الذرّية والجزيئية أن تحدِّد - في غضون الفمتوثوانٍ الأولى - مآلَ هذه الجزيئات الماكروية المنظورة: هل تنثني جيدا في آخر المطاف لتتحوَّل إلى بنية صالحة ، أم إلى بنية قد تسبِّب مرض ألزهايمر مثلا؟ وإحدى الدراسات في موضوع انثناء البروتين تصوِّر نوعَ التقنيات اللازمة والنتائج المحتملة. وعند المحاولة من العالم زويل للبحثَ في حساب زمن انثناء قطعة قصيرة من البروتين بمقدار لفَّة واحدة من لولب أو منحن حلزوني helix، وذلك بتسخين الماء الذي غُمِرَ فيه البروتين - وهو ما يسمى بالقفزة الفائقة السرعة لدرجة الحرارة ultrafasttemperaturejump. (تحدث هذه المنحنياتُ اللولبية في بروتينات كثيرة لا حصر لها.) وخلصنا إلى أن اللولبيات القصيرة قد تكوَّنت بسرعة أكبر ألفَ مرة أو يزيد مما كان يعتقد الباحثون؛ فقد ظهرت بمئات البيكوثوانٍ وعدد قليل من النانوثوانٍ، لا بالميكروثوانٍ كما كان الاعتقادُ سائدا. كما أن حدوث مثل هذا الانثناء السريع ربما يفضي إلى فهم جديد للعمليات الكيميائية - الحيوية التي تشمل أيضا تلك العمليات التي تدخل في مساق الأمراض.

ScientificAmerican.com/aug2010/nanomovies

يمكن رؤية الخلايا السرطانية لمريض السرطان ومعرفة ماذا يحدث من آلية داخل الخلايا والبروتينات ويمكن عن طريق ذلك تحديد الوقت الذى يمكن التدخل فيه لوقف هذا التلف او التدخل للعلاج . يمكن معرفة سلوك الخلية فى امراض كثيرة كنا لا نحلم ان نعرف ماذا يحدث لمريضها لاكتشاف العلاج.

إن الميكروسكوب رباعي الأبعاد يحدث ثورة في طريقة نظرتنا لعالم النانو، إنه يسمح بمشاهدة الزمن الحقيقي والمساحة الحقيقية للتغيرات داخل الذرة.

يلعب التصوير دور هام جدا فى التصوير الميكرسكوبى فأى خطاء يحدث بإطلاق ومضة فى زمن غير صحيح او عدم حدوث تزامن بين الومضة والحركة يؤثر على نتيجة الصورة النهائية فيؤثر على النتائج المترتبة عليه كذالك الاقتراب والبعد عن الموضوع يتسبب فى اظهار تفاصيل من عدمها .

3-التطبيقات قام بها العالم زويل مع فريقه وتحليل نتائجها .

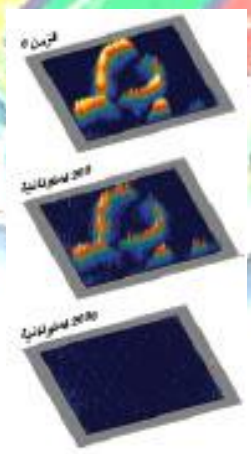
التطبيق الأول: -

-حلُّ غوامض المادة النانوية (Clonin)وكان من الأهداف الأولى لمساعى د زويل وفريقه هى مادة الجرافيت ، وهى المادة «الرصاصية » الموجودة في الأقلام الرصاص المتعارَف عليها. وقد وقعَ اختيارُنا على الجرافيت graphite لأنه مادة غيرُ اعتيادية ، وله تطبيقات في بيئات قاسية كأُنبوب المفاعلات النووية، وكذلك لأن له صنوانا تُماثِلُه في تميُّزها. إن الجرافيت يتألف من ذرّات كربون تَنْتَظِم في شكل سداسيّ من صفائح تحاكي الشبكَ السلكي المستعمَل في صنع الأقفاص والأسوِجة. وتتماسك الصفائحُ متكدّسة بواسطة روابط ضعيفة نسبيّا. وتعتمد الكتابةُ بقلم الرصاص المعروف على انفصال قطع من الگرافيت وانتقالها إلى الورق، بحيث يشتمل ما يخطُّه القلمُ على مقادير ضئيلة جدّا من أقسى مادة عرفَها العلم وهي الجرافين graphene، الذي يتألف من صفائح إفرادية معزولة من ذرّات الكربون. ويعكف الباحثون على دراسة مادة الجرافين بهمَّة ونشاط، لِما لها من تطبيقات مختلفة في مجال الإلكترونيات. يضافُ إلى ذلك، أن الجرافيت الليِّن إذا ما أُخضِع لضغط شديد، انتظمت ذرّاتُه من جديد لتكوِّن الألماس ، وهو من أشد الموادِّ المعروفة صلابة على الإطلاق.

ولدراسة استجابة الجرافيت للصدمات الميكانيكية، أخذنا بلورات نانوية من المادة - بعضُها لا يتعدّى سُمكُه النانومترات، أو بضع صفائح من الذرّات - وطرقناها بنبضات ليزرية مركَّزة من رتبة الفمتوثانية، أدَّت عملَ نبضاتِ التوقيت للميكروسكوب الإلكتروني الذي استعملناه/http://www.oloommagazine.com

التطبيق الثاني:

- أستعمال الميكروسكوب الإلكتروني الفائق السرعة فى تصوير بكتيريا الإشريكية القولونية Escherichia coli باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى مستحَثَّة بالفوتون وذات حقل كهرمغنطيسيّ قريب.



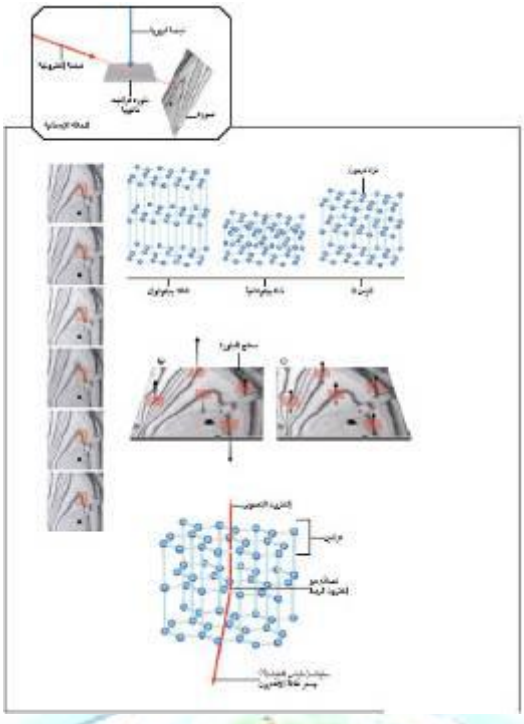
شكل رقم (10)

يوضح التصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد لمادة الجرافين

التطبيق الثالث

تم تصوير حجر نانوسكوپي (A Nanoscopic Rosetta Stone)بالميكرسكوب رباعى الابعاد أظهر التصوير الميكروسكوپي رباعي الأبعاد ، لبلورات نانوية من الجرافيت لا يتجاوز سُمكُ بعضِها بضعَ طبقات ذرّية، ثلاثَ

طرق مختلفة للتصوير، وأعطت بيانات عن المادة بـ«لغات» عدَّة. واستقصت الأبحاثُ كيف استجابت البلوراتُ النانويةُ لدى اختراق نبضة ليزرية لها من الأعلى.



شكل رقم (11)

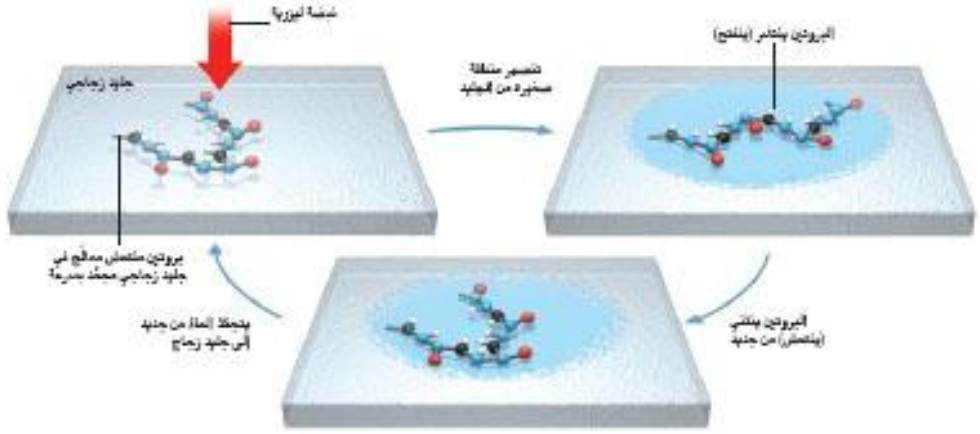
تُظهِر صُوَرُ الفيلم بلورةَ الجرافيت النانويةَ وهي تهتزُّ اهتزازَ الطبل، بعد قرعها بنبضة ليزرية. وتبدي الصُّوَرُ مساحة بعرض 24 ميكرونا، بفواصل زمنية تبلغ 250 نانوثانية (أي عند كل خامس صورة من الفيلم). ويُشار إلى أن الالتواء الدقيق الدائم للسطح الجرافيتي يولد الخطوطَ الشريطيةَ الداكنة، التي تتحرك لدى تموُّج السطح. وقد أضيفت مربَّعات حمراء لإرشاد العين. ScientificAmerican.com/aug2010/nanomovies

- أظهرت الأشكالُ التعريجية حركةَ كلّ من الطبقات الذرِّية للبلورة عند دفعها معا ثم ارتدادها في غضون البيكوثواني التي تلت اصطدام الليزر في الوقت صفر، وتذبذُبها بعد ذلك نحو الأعلى والأسفل لمئاتِ البيكوثوانٍ.

-رَصَدت صُوَرُ البلورة النانوية هذه الذبذباتِ وهي تظهر في مواضع عدة. وعلى مدى عشرات الميكروثوان تحوَّلت حركةُ البلورة - التي كانت في البداية حركة عشوائية مضطربة (أُشيرَ إليها هنا بسهام) - إلى حركة إيقاعية متناسقة لكامل البلورة .

التطبيق الرابع

رصد آلية انضباط الساعة البيولوجية: إجراءَ تصوير ميكروسكوبي رباعي الأبعاد لرصد العمليات الحيوية مثل انثناء أو انكماش البروتينات ، وذلك باستعمال تقنية تدعى التصوير الكرِّي cryoimaging. وسيُستعمَل جليد زجاجي (غير بلوري) لاحتواء عيِّنة البروتين. وفي مقابل كل لقطة من الفيلم تقوم نبضات الليزر بانصهار الجليدَ المحيطَ بالعيِّنة ، مسبِّبة انتشار البروتين في الماء الدافئ. وسيسجِّل الفيلمُ عمليةَ انثناء أو (انكماش) البروتين من جديد قبل تبريد الماء وتجمده ثانيا. ويمكن تثبيت البروتين بالطبقة السفلية لإبقائه في الموضع نفسه عند كل لقطة.



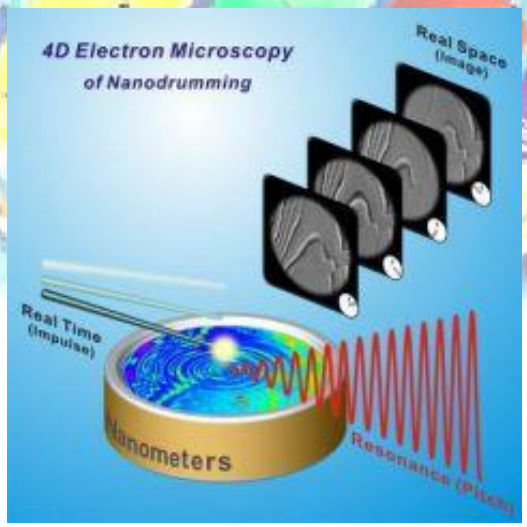
شكل رقم (12)

تصوير ميكروسكوبي رباعي الأبعاد لرصد العمليات الحيوية انثناء أو انكماش البروتينات.

تسخين الحديد اعتبارا من درجة حرارة الغرفة إلى نحو 1500 كلڤن في غضون نانوثانية أو نحو ذلك وتصويره بالميكرسكوب رباعى الابعاد.

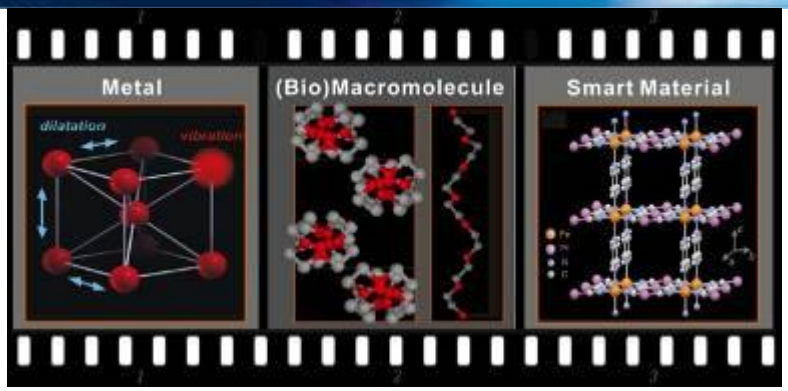
التطبيق الخامس

-استخدام التصوير الميكرسكوبى رباعى الأبعاد فى آلة نانويةَ القياس في أثناء عملها. و هى من التطبيقات التي هي أكثر فاعلية وأبعد أثرا للتصوير الميكروسكوبى الإلكتروني الفائق السرعة والرباعي الأبعاد (DUEM-4) معاينةُ منظومات نانوية وميكروية في حالة عملها وبالزمن الحقيقي. فعلى سبيل المثال، قمنا بتصوير الذبذبات الترددية الترجيعية لكوابيل نانوسكوپية، وهو حدث لم يُسبَق إلى تحقيقه من قبلُ لحركات عالية التردُّد كهذه.



شكل رقم (13)

آلة نانويةَ القياس في أثناء عملها



شكل رقم (14)

المجهر الالكترونى رباعى الابعاد للعلوم النانونية 4-D Electron Microscopy for Nanosciences.

4-النتائج

نتيجة التطبيق الأول

1-لوحظَ أن كلَّ نبضة ليزرية قد دَفَعَت طبقاتِ الذرّات الجرافيتية - لحظيًا - لتصبح متراصّة بعضها إلى بعض، مُحدِثة فيها تذبذُبا نحو الأعلى والأسفل. وأَرسَل الميكروسكوب إلكتروناتهِ خلالَ هذه الطبقاتِ الجرافيتية المتذبذبة ليولِّد نوعَيْن من الصُّوَر : صورة بالحيِّز الحقيقي real-spaceimage (تشبه كثيرا صورة فوتوغرافية للسطح الجرافيتي)، أو شكلا انعراجيًا يمثِّل مصفوفة منتظمة من النقط تعطي تشكيلتُها الدقيقةُ معلومات عن ترتيب الذرّات وفواصلها في الشبكية الجرافيتية. وقد تمكَّنّاً، بوجه خاص، من تتبُّع الطبقات المتذبذبة نحو الأعلى والأسفل عن طريق حركات النقط في الشكل الانعراجي ، ووجدنا أن تردُّدات الذبذبات كانتْ تقع ما بين 10 و100 جيجاهرتز (أي1011 - 1010 دورة في الثانية)، علماً بأنه لم يسبق أن رَصَدَت تجربةُ تصوير سابقة ترجيعات عاليةَ التردُّد كهذه ، تتكشَّف مع الزمن.

واستنادا إلى القياسات التي أجريناها حدَّدنا درجةَ مرونة الجرافيت العمودي على سطوح الذرّات - أي آليةَ استجابة المادة للقوى الضاغطة أو الماطَّة في ذلك الاتجاه. تصوَّرْ أنَّ بلورةَ الجرافيت ركام من الألواح المعدنية الصُّلبة المترابطة بنوابض، وأنَّ النبضةَ الليزريةَ مطرقة ضخمة تضرب اللوحَ الأعلى.

إن القياس على اللوح المعدني قياس منطقيّ ما دامت «آلةُ التصوير » مضبوطة على وضعية القُرب (التكبير)؛ فإذا هي «ابتعدت» (مجازا) بدت بلّورةُ الجرافيت الدقيقة بدرجة أوضح وباتت المطرقةُ الآن تضرب ناحية واحدة من سطح الصفيحة المعدنية، وصار واضحا أن الصفائح تتعرَّض للانثناء. ويلاحَظ أن الانضغاط والتمطيط ينتشران اعتبارا من نقطة التصادم على شكل موجات.

وإذا ابتعدنا بآلة التصوير أكثر فأكثر والتقطنا الصُّوَر على نحو أبطأ، ظهرَ لنا نوع آخر من الحركة، فنعاين الآن كيف أنَّ النبضةَ الليزريةَ تحمل كاملَ البلورةِ النانويةِ الدقة على التذبذب (الاهتزاز)، كالطبل يُنقَر بالمقرعة. وقد لاحظنا

أن حركة البلورة، في غضون الميكروثوانٍ القليلة الأولى التي تلت نَقْرَ النبضة الليزرية، كانت مضطربة ومشوَّشة، ولكن البلّورة استقرَّت مع مرور الوقت منتظِمة في ذبذبة ترجيعية إيقاعية.

ودراسة الجرافين graphene، هام جدا لما له من تطبيقات مختلفة في مجال الإلكترونيات.

نتيجة التطبيق الثانى

ولَّدت نبضة ليزرية فى زمن فمتوثانية حقلا كهرومغناطيسيّا متلاشيا في غشاء الخلية عند الزمن صفر. بالاقتصار على جمع إلكترونات التصوير التي اكتَسَبت طاقة من هذا الحقل، تعطي هذه التقنيةُ مَيْزا حيِّزيّا شديدَ التباين للغشاء (الصورة العليا). والرسم بالألوان الزائفة يمثِّل الشِّدَّة المسجَّلة. وبإمكان هذه الطريقة اظهار الوقائع التي تحدث على مقاييس زمنية قصيرة جدّا، كما يدلُّ التَّلفُ الملحوظ في الحقل بعد مرور 200 فمتوثانية (الصورة الوسطى). يتلاشى المجالُ بعد 2000 فمتوثانية (الصورة السفلى).

كما أشارت قياساتُ الطاقة المفقودة بفعل تصادُم إلكترونات التصوير وإلكترونات الجرافيت كيف أصبحت روابطُ الكربون في المادة أشبه بروابط الألماس في أثناء انضغاط الطبقات ، وأشبه بروابط الجرافيت (وهي طبقة معزولة من ذرّات الكربون) في أثناء تمطُّطها.وهى هامة جدا فى مجالات عديدة.

نتيجة الطبيق الثالث

وانطلاقا من النتائج التي تم الحصول عليها من التصوير الميكرسكوبى رباعي الأبعاد تم تحديد نطاقا من الكميّات يوصِّفُ الخصائصَ الماديةَ للكوابيل وحركتها، ولاحظنا أن أداءها كان مترابطا ومنسجما في عدد من الذبذبات قاربَ 1011 ذبذبة. وبإمكان الباحثين استعمال هذه البيانات لإختبار النماذج النظرية التي توجِّه تصميمَ منظومات ميكروكهروميكانيكية ونانوكهروميكانيكية، وهذه بدورها قد تقود إلى أنواع جديدة من تلك التجهيزات أو إلى استعمالات جديدة لها.

نتيجة الطبيق الرابع

تمت ملاحظة أولا بقعا للطَّور الوجهيِّ التمركز بدأت بالتشكُّل في مواضع معيَّنة من البلورة ببطء نسبي - على مقياس زمن من رتبة النانوثانية - بفعل الحركات اللامترابطة لذرّات الحديد. وثانياً تنامت هذه المناطق من الطور الجديد بسرعة الصوت، وهذا يعني أن العملية لم تستغرق أكثر من پيكوثوان(1 picoseconds پيكوثانية = 10^{-12} من الثانية) لاستيعاب الحديد الحارّ. إن عملية التحوُّل السريعة الانتشار هذه تتضمن إزاحةَ عدد كبير من الذرّات بطريقة متناسقة ، وهذا نوع غريب لافت من (ظهور) تغيُّر كبير في البلورة بفعل الحركات النانوسكوپية الضمنية التي لا تُحصى عددا. ولعلَّ فهم هذه الظاهرة يقود إلى تحسين طرق التعامل مع الحديد والفولاذ (وغيرهما من المواد) في العمليات الصناعية.

نتيجة التطبيق الخامس:

يستطيع ان يعرِض آلة نانويةَ القياس في أثناء عملها.

استخلاص النتائج من التطبيقات ونتائجها .

من تحليل نتائج التطبيقات تم التوصل الى التالى:

1- التصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد يستخدم فى المساعدة فى علاج بعض الامراض مثل الزهيمر والسرطان .

2- التصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد يستخدم فى اكتشاف بعض الادوية لبعض الامراض .

3-التصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد يستخدم فى تحسين طرق التعامل مع الحديد والفولاذ (وغيرهما من المواد) في العمليات الصناعية.

3-تكنولوجيا التصوير تؤثر فى الصورة الناتجة من قرب بعد فى اظهار التفاصيل من حيث اطلاقة ومضة الليزر فهذا ايضا يؤثر على الصورة الناتجة .

5-التوصيات

يوصى الباحث بما يلى :

1-وجوب الاهتمام بالتصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد من قبل المتخصصين بالتصوير .

2-تدريس التصوير الميكرسكوبى رباعى الابعاد فى مادة تصوير علمى لطلبة الفنون التطبيقية لما له من اهمية .

3-مواكبة التطورات الهائلة فى المجال العلمى بالاهتمام بتطوير مجالات التصوير العلمي .

4-لاهتمام بمجال التصوير العلمى كأحد مجالات التصوير الهامة .

5-عمل ورش وندوات عن التصوير العلمى وأهميته فى الاكتشافات العلمية والطبية .

6-عمل ابحاث ورسائل علمية فى مجال التصوير الميكرسكوبى من قبل متخصصى التصوير .

المراجع

1-Al-Hassani, S. T. S., Woodcock, E. & Saoud, R. (eds) 2006 1001 inventions: Muslim heritage in our world. Manchester, UK: Foundation for Science, Technology .and Civilisation

2-Barwick, B., Park, H. S., Kwon, O.-H., Baskin, J. S. & Zewail, A. H. 2008 - 4D imaging of transient structures and morphologies in ultrafast electron microscopy. Science 322, 1227. (doi:10.1126/science.1164000

3-Barwick, B., Flannigan, D. J. & Zewail, A. H. 2009 Photon-induced near-field - .electron microscopy Nature 462, 902. (doi:10.1038/nature08662

4-Baum, P., Yang, D.-S. & Zewail, A. H. 2007 4D visualization of transitional - structures in phase transformations by electron diffraction. Science 318, 788. ((doi:10.1126/science.1147724

5-Bressler, C. et al. 2009 Femtosecond XANES study of the light-induced spin - .crossover dynamics in an iron(II) complex. Science 323, 489

(doi:10.1126/science.1165733)

6-Carbone, F., Kwon, O.-H. & Zewail, A. H. 2009 Dynamics of chemical bonding - mapped by energy- resolved 4D electron microscopy. Science 325, 181. ((doi:10.1126/science.1175005

7-Chergui, M. & Zewail, A. H. 2009 Electron and X-ray methods of ultrafast - structural dynamics advances and applications. Chem. Phys. Chem. 10, 28. (doi:10.1002/cphc.200800667) Cowley, J. M. 1995 Diffraction -physics, 3rd edn. .Amsterdam, The Netherlands: Elsevier

:

8-Crewe, A. V., Wall, J. & Langmore, J. 1970 Visibility of single atoms. - (Science 168, 1338. (doi:10.1126/science.168.3937.1338

9-Crowther, R. A. 2008 The Leeuwenhoek lecture 2006. Microscopy goes cold: frozen viruses reveal their structural secrets. Phil. Trans. R. Soc. B 363, 2441. (doi:10.1098/rstb.2007.2150

10-Frank, J. 2006 Three-dimensional electron microscopy of macromolecular - assemblies: visualization of biological molecules in their native state. New York, NY: .Oxford University Press

11-Freudiger, C. W., Min, W., Saar, B. G., Lu, S., Holtom, G. R., He, C., Tsai, J. - C., Kang, J. X Xie, X. S. 2008 Label-free biomedical imaging with high sensitivity & . by stimulated Raman scattering microscopy. Science 322, 1857.

((doi:10.1126/science.1165758

12-Gai, P. L. & Boyes, E. D. 2003 Electron microscopy in heterogeneous - .catalysis. Bristol, UK: IOP Publishing

13-Glaeser, R. M. 2008 Macromolecular structures without crystals. Proc. Natl - ،Acad. Sci. USA 105

(doi:10.1073/pnas.0800032105) .

14-Glaeser, R. M., Downing, K., DeRosier, D., Chiu, W. & Frank, J. 2007 Electron crystallography of biological macromolecules. New York, NY: Oxford University .Press

15-Hawkes, P. W. 2009 Aberration correction past and present. Phil. Trans. R. - .Soc. A 367, 3637

(doi:10.1098/rsta.2009.0004)

16-Hawkes, P. W. & Spence, J. C. H. (eds) 2007 Science of microscopy. 17-New - York, NY: Springer. Henderson, R. 1995 The potential and limitations of neutrons, electrons and X-rays for atomic

17-resolution microscopy of unstained biological molecules. Q. Rev. Biophys. 28, (171. (doi:10.1017/ S003358350000305X

18-Hooke, R. 1665 Micrographia: or some physiological descriptions of minute - bodies made by

19-magnifying glasses with observations and inquiries thereupon. London, 19-UK: Royal Society. Howie, A. 2009 Aberration correction: zooming out to overview. Phil. .Trans. R. Soc. A 367, 3859

(doi:10.1098/rsta.2009.0104)

20-Huang, B., Bates, M. & Zhuang, X. 2009 Super-resolution fluorescence - .microscopy. Annu. Rev

(Biochem. 78, 993. (doi:10.1146/annurev.biochem.77.061906.092014

21-Humphreys, C. J. (ed.) 2002 Understanding materials: a festschrift for Sir - .Peter Hirsch. London, UK: Maney

22-Kim, T. K., Lee, J. H., Wulff, M., Kong, Q. & Ihee, H. 2009 Spatiotemporal - kinetics in solution

-studied by time-resolved X-ray liquidography (solution scattering). Chem. Phys. (Chem. 10, 1958. (doi:10.1002/cphc.200900154

23-Klar, T. A., Jakobs, S., Dyba, M., Egner, A. & Hell, S. W. 2000 Fluorescence - microscopy with

diffraction resolution barrier broken by stimulated emission. Proc. Natl Acad. Sci. (USA 97, 8206. (doi:10.1073/pnas.97.15.8206

24-Klug, A. 1982 Nobel lecture. Knoll, M. & Ruska, E. 1932 Das - .Elektronenmikroskop. Z. Phys. 78, 318

doi:10.1007/BF01342199) Lichte, H. 2002 Electron interference: mystery and) .reality. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 360, 897

(doi:10.1098/rsta.2001.0973)

25-Lin, M. M., Shorokhov, D. & Zewail, A. H. 2006 Helix-to-coil transitions in - proteins: helicity resonance in ultrafast electron diffraction. Chem. Phys. Lett. .420, 1. (doi:10.1016/j.cplett

(2005.11.088

26-Lin, M. M., Meinhold, L., Shorokhov, D. & Zewail, A. H. 2008 Unfolding and melting of DNA (RNA) hairpins: the concept of structure-specific 2D dynamic (landscapes. Phys. Chem. Chem. Phys. 10, 4227. (doi:10.1039/b804675c

27-Lin, M. M., Shorokhov, D. & Zewail, A. H. 2009a Structural ultrafast dynamics of - macromoleculesdiffraction of free DNA and effect of hydration. Phys. Chem. :Chem. Phys. 11, 10 619. (doi:10.1039/b910794k

28-Lin, M. M., Shorokhov, D. & Zewail, A. H. 2009b Conformations and - coherences in structure determination by ultrafast electron diffraction. J. Phys. (Chem. A 113, 4075. (doi:10.1021 jp8104425

2-Müller, E. W. 1951 Das Feldionenmikroskop. Z. Phys. 131, 136. - ((doi:10.1007/BF01329651

Nellist, P. D. et al. 2004 Direct sub-angstrom imaging of a crystal lattice. (Science 305, 1741. (doi:10.1126/science.1100965

30-Park, H. S., Kwon, O.-H., Baskin, J. S., Barwick, B. & Zewail, A. H. 2009 - Direct observation of martensitic phase-transformation dynamics in iron by 4D .single-pulse electron microscopy.

31-Sali, A., Glaeser, R. M., Earnest, T. & Baumeister, W. 2003 From words to - (literature in structural proteomics. Nature 422, 216. (doi:10.1038/nature01513

32-Shorokhov, D. & Zewail, A. H. 2009 New light on molecular and materials - complexity: 4D electron imaging. J. Am. Chem. Soc. 131, 17998. ((doi:10.1021/ja907432p

33-Silverman, M. P., Strange, W. & Spence, J. C. H. 1995 The brightest beam in - science: new directions in electron microscopy and interferometry. Am. J. Phys. 63, (800. (doi:10.1119/1.17804

34-Spence, J. C. H. 2003 High-resolution electron microscopy, 3rd edn. New - York, NY: Oxford

.University Press

35-Spence, J. C. H. 2009 In Compendium of quantum physics: concepts, - experiments, history and philosophy (eds D. Greenberger, K. Hentschel & F. .Weinert). Berlin, Germany: Springer

36-Steffens, B. 2006 Ibn al-Haytham: first scientist. Greensboro, NC: Morgan - .Reynolds. Strutt, J. W. 1891 On pinhole photography. Phil. Mag. 31, 87

37-Thomas, J. M. 1979 Direct imaging of atoms. Nature 281, 523. - (doi:10.1038/281523a0) Thomas, J. M. 1991 Femtosecond diffraction. Nature 351, (694. (doi:10.1038/351694a0

38-Thomas, J. M. 2004. Ultrafast electron crystallography: the dawn of a new era. - (Angew. Chem., Int. Edn. 43, 2606. (doi:10.1002/anie.200301746

39-Thomas, J. M. 2005. A revolution in electron microscopy. Angew. Chem., - (Int. Edn. 44, 5563. (doi:10.1002/anie.200501466

40-Thomas, J. M. 2008 In Physical biology: from atoms to medicine (ed. A. H. - .Zewail), p. 51. London, UK: Imperial College Press

41-Thomas, J. M. 2009 The renaissance and promise of electron energy-loss - (spectroscopy. Angew Chem., Int. Edn. 48, 8824. (doi:10.1002/anie.200904052

.

42-Tonomura, A. 1998 The quantum world unveiled by electron waves. Singapore: - World Scientific. Tonomura, A. 1999 Electron holography, 2nd edn. Berlin, .Germany: Springer

43-Tsong, T. T. 2006 Fifty years of seeing atoms. Phys. Today 59, 31. (doi:10.1063/1.2195313) Yurtsever, A. & Zewail, A. H. 2009 4D nanoscale diffraction observed by convergent-beam ultrafast

(electron microscopy. Science 326, 708. (doi:10.1126/science.1179314

44-Zewail, A. H. 2000 Femtochemistry: atomic-scale dynamics of the chemical - bond using ultrafast lasers. Angew. Chem., Int. Edn. 39, 2587. (doi:10.1002/1521-3773(20000804)39:15<2586:: AID-ANIE2586>3.0.CO;2-O) (Originally published in: T. Frängsmyr (ed.) 2000 Les Prix Nobel: the Nobel Prizes (.1999, p. 110. Stockholm, Sweden: Almqvist & Wiksell

45-Zewail, A. H. 2008 In Physical biology: from atoms to medicine (ed. A. H. - .Zewail), p. 23. London, UK: Imperial College Press

46-Zewail, A. H. 2009 Chemistry at a historic crossroads. Chem. Phys. Chem. - /10, 23. (doi:10.1002

(cphc.200800778

46-.Zewail, A. H. To be published. 4D electron microscopy. Science

47-Zewail, A. H. & Thomas, J. M. 2009 4D electron microscopy: imaging in space - .and time. London, UK: Imperial College Press

48-Thomas, J.M, Zewail, A.H. (2010). 4D Electron Microscopy: Imaging in Space - and Time , Imperial College Press

مواقع انترنت

1- https://eurekamagazine.wordpresscom.

2- https://ScientificAmerican.com/aug2010/nanomovies

3-http://www.oloommagazine.com/Search/QSearch.aspx?kw

الملخص باللغة العربية

شهدت الاونة الأخيرة تطور هائل فى كافة المجالات ومن تلك المجالات مجال التصوير بأنواعه العديدة ومن تلك الأنواع الهامة التصوير الميكروسكوبى الذى يختص بمجال العلوم والطب وبعض المجالات الاخرى وهو من المجالات الهامة الحياتية التى لها اهمية فى تغير حياة البشرية كاملة وذلك لأنه ينتج عن تلك التصوير خطوات بحثية وملاحظات واكتشافات ستفتح آفاقاً جديداً للبحث العلمي وما كان مستحيلاً بالأمس أصبح واقع اليوم.

وقد بدأ التصوير الميكروسكوبى بتصوير ثنائى الأبعاد ثم تصوير ثلاثى الأبعاد إلى أن ظهر التصوير رباعى الابعاد على يد العالم زويل فهو يتحدث عن التصوير الميكروسكوبى رباعى الابعاد قائلاً : ان التحديات فى «عصر العلم» كثيرة، ولكن الآمال والفتوحات الممكنة تجعل إنسان هذا القرن فى أزهى عصور التقدم. الرصد والتحكم فى العالم غير المرئى. يتجه العالم الآن لرؤية أشياء لم يرها من قبل، من الذرة إلى الخلية، وقد انتهينا مع المجموعة البحثية فى مركز دراسات التكنولوجيا فائقة السرعة بعمل «ميكروسكوب رباعى الأبعاد والذى تم منحه براءة اختراع عالمية عام 2006. هذا الميكروسكوب الإلكترونى يمكن عن طريقه رصد سمك شعرة الإنسان وتكبيرها مليون مرة، وترى الحركة الفعّالة فى أقصر زمن ممكن لتفهم ما الذى يحدث فى المادة ، ما الذى يحدث فى البروتين والخلية؟ كلها أسئلة إذا أمكنت الإجابة عنها سوف تؤدى إلى اكتشافات جديدة فى النانو تكنولوجى والبيولوجيا الإنسانية والطب.كما انه تحدث عن اهمية التصوير فى توضيح موضوعات علمية واكتشافات وانه عندما كان التصوير الميكروسكوبى ثنائى الابعاد امكنه معرفة شكل الخلية واكتشاف هل الخلية سليمة ام لا وبعدها اكتشفوا الميكروسكوب الالكترون جعلك ترى المادة على مستوى الخلية والجزئ ولكن التصوير كان على شكلين اما تكون الصورة ثنائية الابعاد ساكنة أو التصوير الميكروسكوبى ثلاثي الابعاد وهو الطول والعرض والعمق ولكن صورة ساكنة فأصبحنا لا نفهم حركاتها فوجب علينا الحصول على فيلم متحرك لرؤية حركات الخلية فتم اكتشاف التصوير بالميكروسكوب رباعى الابعاد .

إن الميكروسكوب رباعى الأبعاد يحدث ثورة فى طريقة نظرتنا لعالم النانو،إنه يسمح بمشاهدة الزمن الحقيقى والمساحة الحقيقية للتغيرات داخل الذرة، وهو ثورة علمية عظيمة ستعود على كل البشرية بخير كبير في كل مجالات الحياة خصوصا الطب و علاج الامراض.

وكل ذلك يوضح اهمية التصوير الميكروسكوبى فى تلك المجالات على الرغم اننا نعانى فى مصر من عدم وجود متخصصين فى مجال التصوير العلمى وعلى رأسه التصوير الميكروسكوبى اوجب علينا توضيح تكنيك التصوير الميكروسكوبى و أهميته وما التطور الذى وصل له من خلال التصوير رباعى الابعاد وأثاره الهامة فى الاكتشافات العلمية والطبية .

Abstract

A huge development has happened in different fields at recent period . one of these

fields is photography which has several types as microscopic photography

Which concerns with medicine , science and some other fields microscopic. photography is an important field that can change human life . because it leads to research steps ,notes and discoveries . Which open new prospects for scientific . research

. What was impossible in the post can be happened today

microscopic photography starts as 2d photography then 3d photography after that 4d photography has discovered by Zewail . he says about that (there are several

challenges in age of science . but possible hopes makes human of this century being in the best progress ages. World is going to sec things not seen before . from atom to .cell

With the cooperation of the research group at high speed technology studies center , .we have mode 4d microscope that has got a patent in 2006

By this electronic microscope, we can determine human hair thickness and we can .see it bigger 1000000 times

we can see the effective movement at the least time to know what happens in material and what happens in cell, if we solve these questions, we will have new . discoveries in nano technology human biology and medicine

He talk about the importance of photography in new discoveries in and clarifying

. Scientific topics

by 2d photography he knew cell shape and he was able to identify that the cell is intact or not after discovery of electronic microscope –you can see material cell and atom , but photography was having two types 2d fixed photo and 3d microscopic fixed photo , Which shows height , width and depth but the photo is fixed so we can't . know its movement

as a result 4d microscopic photography has discovered Which products animated film to see movements in the cell 4d microscope makes revolution in our view of nano world. As it permits watching the real time and real size . of changes happened in the atom and that is a great scientific revolution, Which will lead to great progress in . different fields specially medicine and disease treatment

all of this are showing the importance of microscopic photography but we suffers in Egypt from absence of specialists in scientific photography field . and microscopic

photography so we should show microscopic photography technique .its importance its development through 4d photography and its important effects on scientific

.and medical discoveries