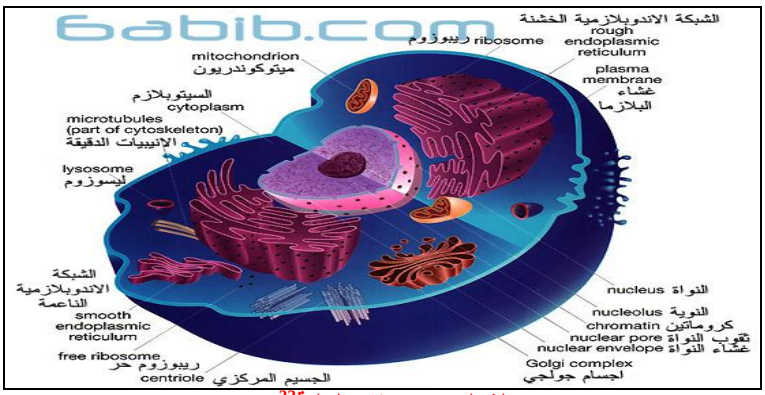
الفصل الثاني

مقدمة في علم النانو

المقدمة

قبل الدخول في تفاصيل تكنولوجيا "النانو" لكم أن تتخيلوا بأنكم ذاهبون إلى رحلة للإستمتاع بأبعاد الذرات والجزيئات والعلاقة بين هذه الأجسام المتناهية في الصغر، نعم هذا هو "النانو". وعلى الرغم من أن تقنية "النانو" حديثة نسبياً ، فإن وجود أجهزة تعمل بهذا المفهوم وتراكيب ذات أبعاد نانوية ليست بالأمر الجديد، والواقع أن وجودها يعود إلى عمر الأرض وبدء الحياة فيها. حيث من المعروف أن الأنظمة البيولوجية في الجسم الحي تقوم بتصنيع بعض الأجهزة الصغيرة جداً والتي تصل إلى حدود مقياس "النانو". فالخلايا الحية تعد مثالاً مهما لتقنية "النانو" الطبيعية، حيث تُعد الخلية مستودعا لعدد كبير من الآلات البيولوجية بحجم "النانو" ويتم تصنيع البروتينات داخلها على شكل خطوط مجتمعة بحجم "النانو" تسمى ريبوزومات[20] ثم يتم تشكيلها بواسطة جهاز نانوي آخر يسمى جولجي[21].

بل أن **الأنزيمات** هي بنفسها تعد آلة نانوية تقوم بفصل الجزيئات أو جمعها حسب حاجة الخلية. وبالتالي فيمكن للآلات النانوية المصنعة أن تتفاعل معها وتؤدي الهدف المنشود مثل تحليل محتويات الخلية ، إيصال الدواء إليها أو إبادتها عندما تصبح مؤذية.



الشكل (9) مكونات الخلية[22]

---

[20] د.محمد بن صالح الصالحي ، استاذ جامعة الملك سعود- قسم الفيزياء والفلك ، الرياض، تقنية النانو

[21] جهاز جولجي هو عبارة عن جسم يقع قرب الشبكية الداخلية الناعمة ، وقد سمي باسم العالم الايطالي الذي اكتشفه وهو **Camillo Golgi** ويظهر تحت المجهر الضوئي على هيئة منطقة غامقة اللون في السيتوبلازم ، أما تحت المجهر الإلكتروني فيظهر على هيئة مجموعات من الفجوات المنبسطة التي تتصل بالشبكية الداخلية الناعمة بواسطة عدد من الحويصلات المحتوية على حبيبات افرازية ، ويختلف في مظهره من خلية لأخرى ، وفي العادة يحيط جهاز جولجي بأحد أطراف النواة ، وفجواته السطحية (العلوية) منتفخة ودائرية ، أما السفلية فمنبسطة وناعمة وغشاؤها ثنائي الجدار ، ويبدو أن الوظيفة الاساسية لهذا الجهاز هي الافراز وانتاج المواد داخل الخلية ، وذلك بسبب وجود الحبيبات الافرازية الملتصقة به ، وقد يكون ذو وظيفة افرازية عالية كما في خلية **Goblet** في الامعاء وفي الخلية العنبية **Acinar** في البنكرياس . وقد تم التأكد من هذه الوظيفة بواسطة التصوير بالمواد الملونة ، فإفراز الخلية كله عبارة عن جليكو بروتين **Protein – Glyco** أي بروتين متحد مع السكريات ومن ثم تغادر الخلية . وهكذا فإن جهاز جولجي يشكل الممر الاجباري لجميع المواد التي تفرزها الخلية . ويتم هذا الافراغ عن طريق الحويصلات الواصلة بين الجهاز وسطح الخلية . وهكذا يمكن أن نلخص وظيفة جهاز جولجي على أنها إضافة السكريات للبروتينات وتكوين المركب النهائي ثم طرح هذا المركب خارج الخلية عبر الحويصلات الواصلة مع السطح .

[22] www.tbeeb.net

الريبوزومات Ribosomes[23]

جسيمات بيضاوية الشكل تتكون من نوع خاص من البروتين Ribo-nucleoprotein مسؤولة عن تخليق البروتين داخل الخلية الذى يعد حجر البناء الأول لكل كائن حي وتتكون الريبوزومات أساسا داخل نواة الخلية ثم تهاجر من خلال ثقوب جدار النواة إلى سائل الخلية (السيتوبلازم) حيث يسبح بعضها في صورة حرة Free Ribosomes ويزداد عدد هذه الريبوزومات الحرة في حالة نمو الخلية أو في أنواع الخلايا الإفرازية Secretory Cells التي تنتج نوع معين من الإفرازات كالهرمونات والإنزيمات كما يزداد عدد الريبوزومات الحرة في الخلايا السرطانية وأثناء عملية انقسام الخلية أما البعض الآخر من هذه الريبوزومات فيتراكم على الشبكة الإندوبلازمية الموجودة في السيتوبلازم Ribosomal RNA.

وهي حبيبات ذات ملمس خشن شكلها شبكي خيطي ، ويتراوح حجمها ما بين 100 – 200 انغستروم وتلتصق بالسطح الداخلي للغشاء السيتوبلازمي أو على سطح الشبكية الداخلية الخشنة وقد سمَيت بهذا الإسم (ريبوزوم) لأنها تتألف من إتحاد حامض ريبونوكلييك مع البروتين Ribonucleic (RNA + Protein) وتوجد بكميات قليلة حرة في السيتوبلازم وفي الحبيبات الخيطية (الميتوكوندريا) ويبلغ عدد هذه الريبوزومات في الخلية الواحدة بضعة آلاف ، وهي تلعب دوراً مهماً في صنع وإنتاج البروتينات التي تشكل إفرازات الخلية.

وفى الخلايا العصبية خاصة توجد الريبوزومات بشكل يعرف بأجسام نسل Nissel Bodies وهى تكوينات منظمة من الشبكة الإندوبلازمية المحببة وريبوزومات حرة وظيفتها إنتاج البروتين الذي يلزم من الناحية البنائية ووظيفة توصيل النبضات العصبية في الخلية ولوحظ أنه بعدما يتلف أو يجرح أكسون الخلية العصبية بوقت قصير يظهر في جسم الخلية ما يسمى بخفوت لون أجسام نسل Chromatolysis الذي كان يعتبر دليلاً على تقدم التلف نحو جسم الخلية مترجعا ولكنه يعتبر الآن مظهراً من مظاهر زيادة إنتاج البروتين بعد حدوث الإصابة في محاولة من تلك الخلية لإصلاح التلف.

والبروتين المخلَق بواسطة الريبوزومات الحرة يستخدم في عملية بناء الخلية بينما يستخدم بروتين ريبوزومات الشبكة الإندوبلازمية في بناء الهرمونات والإنزيمات التي تفرزها الخلية.

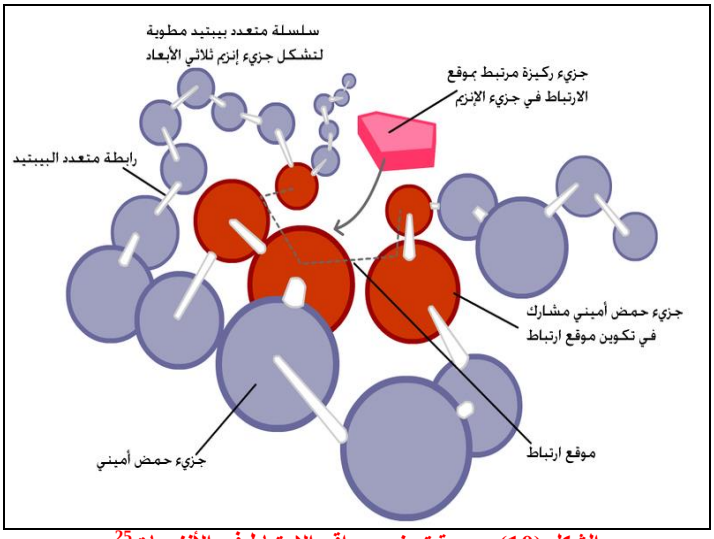
---

[23] http://husam4.ahlamontada.com

الإنزيم[24] Enzyme

هو عامل مساعد ذو تركيب بروتيني عالي الوزن الجزيئي ، وكغيره من البروتينات يتألف الإنزيم من إتحاد عدد كبير من الأحماض الأمينية تكّون فيما بينها سلسلة أو أكثر من عديد الببتيد، وتوجد الأحماض الأمينية في هذه السلاسل وفق تتابع معين خاص بكل إنزيم مما يؤدي في النهاية إلى تركيب فراغي محدد يمكّن الإنزيم من القدرة على تسريع حدوث تفاعل خاص به.

وتتشابه الإنزيمات في فعلها مع العوامل المساعدة الكيميائية الأخرى إذ أنها تشارك في التفاعل دون أن تتغير بنتيجته ، أي أنها تعود في نهاية التفاعل إلى وضعها الأصلي الذي كانت عليه قبل بدء التفاعل ، لكنها تمتاز عن العوامل المساعدة الأخرى بكفاءتها العالية ، فللإنزيمات قدرة فائقة على تسريع التفاعلات الكيميائية حتى في الظروف المعتدلة من تركيز أيون الهيدروجين و درجة الحرارة ، كما تمتاز عن العوامل المساعدة الأخرى بالدرجة العالية من التخصص التي تتمتع بها حيال المادة المتفاعلة و نوع التفاعل. فكل إنزيم يختص بمادة متفاعلة واحدة يطلق عليها المادة الهدف Substrate ، وقد يختص الإنزيم بمجموعة محددة من المواد المتشابهة في التركيب . والأمثلة على اختلاف الإنزيمات باختلاف المادة الهدف عديدة يذكر منها تميؤ الرابطة الجليكوسيدية أو الرابطة الاسترية أو الرابطة الببتيدية في جزيئات الكربوهيدرات والدهون والبروتين على التوالي .

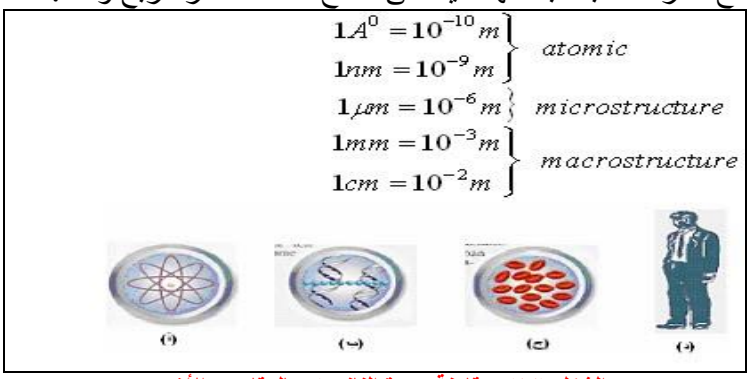


الشكل (10) صورة توضح مواقع الارتباط في الأنزيمات[25]

[24] رامي النواب، الإنزيمات، شبكة العلوم العربية، شعبة الأحياء، http://bio.olom.info/enzymes1

[25] www.ar.wikipedia.org.

ويصف توماس كيني من جامعة ستانفورد حجم "النانو" بأمثلة كثيرة، مثل كونه يشبه عرض الحمض النووي منقوص الأوكسجين DNA أو بحجم عشر ذرات هيدروجين، أو معدّل نموّ ظفر الإنسان في ثانية واحدة، أو ارتفاع قطرة ماء بعد بسطها كليّا على سطح مساحته متر مربّع واحد.



الشكل (11) مقارنة وحدة النانومتر بالمقاييس الأخرى

الشكل أعلاه يمثل[26]:

1. قطر الذرة يبلغ عدة إنغستروومات (عشرات من النانومتر)
2. اتساع جزيئات الDNA حوالى 2.5 نانومتر
3. الخلية الحيوية (كرات الدم الحمراء) يبلغ قطرها آلاف النانومترات
4. شخص طوله متران ، يمثل 2 مليار نانومتر.

وقد يجد القارئ العادى غير المتخصص تناقضاً فى تعريف تقنية "النانو" ، ولكن الأهم فيها أنها منظومة ظاهرة فى جميع مناحى حياتنا اليومية ، فعندما يهاجم فيروس ما جسم الإنسان، فبالطبع لا يمكن قتله بأى آلة حادة، ولكن لابد أن نبحث عن آلة صغيرة جداً تهاجم الفيروس، فالنانو هي التقنية التي تصنع هذه الآلة الدقيقة.

ويستخدم مصطلح "النانو" تكنولوجي بمعنى تقنية المواد المُتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدّقيقة أو تكنولوجيا المنمنمات، والتي تهتَم بدراسة معالجة المادة على المقياس الذري والجزيئي، وفي العادة، يختصّ بالمواد المطوّرَة أو الأجهزة أو التطبيقات أو الظواهر على مستوى المقياس من 1 إلى 100 نانومتر، وعن طريق تغيَر العلاقة بين الذرات والجزئيات بإستخدام معدات وآلات وروبوتات من نفس مقاييس هذه الذرات نستطيع الحصول على مادة بمواصفات أخرى أكثر فائدة ، فمثلاً مواد خاملة مثل البلاتين يمكن أن تصبح محفزات، ومواد مصمته مثل النحاس يمكن أن تصبح شفافة، ومواد صلبة مثل الذهب يمكن أن تتحول إلى مادة سائلة في

[26] د.محمود محمد سليم صالح ،أستاذ مشارك بقسم العلوم الطبيعية والتطبيقية، كلية المجتمع بالأفلاج والباحث فى تقنية النانو، تقنية النانو وعصر علمي جديد، www.knol.com

درجة حرارة الغرفة، مواد عازلة مثل السليكون يمكن أن تتحول إلى مواد موصلة. وبإختصار نستطيع القول أن "النانو" هو مقدرة الإنسان على تصنيع المادة والأجهزة والأنظمة عند مقياس "النانو" ومقياس "النانو" هو واحد من المليار من المتر. وأساس هذه التقنية هو إنتاج أشياء جديدة من مكونات المادة الأساسية وبما أن كل المواد هي عبارة عن ذرات متراصة وفق ترتيب معين فإننا نستطيع أخذ ذرة ووضعها إلى جانب أخرى بطريقة مختلفة عما هما عليه في الأصل مما ينتج مادة جديدة بخواص كيميائية مختلفة كليا[27]. **وبناءاً على ما تقدم فلا بد من معرفة المفاهيم التالية[28]:**

مقياس "النانو": ويشمل الأبعاد التي يبلغ طولها نانومترا واحدا إلى 100 نانو متر هو واحد من المليار من المتر، بمعنى لو قسمنا المتر إلى ألف قسم لحصلنا على المليمتر ولو قسمنا المليمتر إلى ألف قسم لحصلنا على المايكرومتر ولو قسمنا المايكرومتر إلى ألف قسم فسوف نحصل على النانومتر وهو بمثابة أن يأخذ الإنسان شعرة من رأسه وينظر إليها ويتخيل أنه يستطيع أن يقلّص قطرها ثمانين ألف مرة، فهذا هو مقياس النانومتر وتعتبر أدق وِحدة قياس مترية عُرِفت حتى الآن، وهي تعادل عشرة أضعاف وِحدة القياس الذرّي "الأنغستروم". وعلى سبيل المثال، فإن حجم "النانو" أصغر بحوالي 2.5 مرّة من قُطر شريط الحمض النووي "DNA" و5 مرّات من قطر جزء البروتين و7 آلاف مرّة من قطر خلايا الدم الحمراء و80 ألف مرة من قطر شعرة إنسان[29].

علم "النانو" هو مقدرة الإنسان على تصنيع المادة والأجهزة والأنظمة عند مقياس "النانو" وهو دراسة خواص الجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز مقاييسها الـ100 نانو متر.

تقنية "النانو": هو تطبيق لهذه العلوم وهندستها لإنتاج مخترعات مفيدة.

مواد "النانو": كلما تناهت المادة في الصغر ودقت وتراوحت بين (1-100 نانومتر) وجرى عليها البحث والتطوير لإستخدامها في تطبيقات عملية في الحياة سمّيت مواد "النانو" إن هذه التقنية تبشر بقفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة وكافة مجالات الطب الحديث والاقتصاد العالمي والعلاقات الدولية وحتى الحياة اليومية للفرد العادي فهي وبكل بساطة ستمكننا من صنع أي شيء نتخيله وذلك عن طريق صف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بشكل لا نتخيله وبأقل كلفة ممكنة.

---

[27] د. محمد صبري عبد المطلب،مخاطر النانو تنبع من سوء استغلال هذه التقنية، http://arabic.rt.com

[28] http://ar.wikipedia.org

[29] التقنية النانوية بين الكفاءة والمخاطر (طوماس كيرن - Thomas Kern) (swissinfo.ch) بقلم ستيفانيا سومَرماتر - swissinfo.ch

ليست القوانين الفيزيائية، وإنما ميكانيكا الكم، هي التي تحكُم خصائص المواد النانوية، وقد تختلف الخصائص الفيزيائية والكيميائية للجُسيمات مُتناهية الصغر، كاللَون والذوبان والمتانة والتفاعل الكيميائي عنها، في الجسيَمات الأكبر حجماً من نفس المادة

لقد أكتشف العلماء مدى أهمية الحجم بالنسبة لمقياس "النانو" ، فجسيمات "النانو" توجد بحجم الذرات المنفردة، أي بحوالي 0.1 نانومتر عرضاً. فمثلا، يعادل واحد نانومتر عشر ذرات هيدروجين كاملة .

الجدول رقم (1) يوضح أهم المعطيات العلمية بالمقاييس المترية[30]

البادئة المترية	مضاعفات العشرة	العدد بالارقام	العدد بالحروف
إكزا	10X18	**1,000,000,000,000,000,000**	كونتيليون
بيتا	10x15	**1,000,000,000,000,000**	الف كوادريليون
تيرا	10x12	**1,000,000,000,000**	تريليون
جيجا	10x9	**1,000,000,000**	مليار
ميجا	10x6	**1,000,000**	مليون
كيلو	10x3	**1,000**	الف
	10	**1**	
مللي	10x-3	**1/1000**	جزء من الالف
ميكرو	10x-6	**1/1,000,000**	جزء من المليون
نانو	10x-9	**1/1,000,000,000**	جزء من المليار
بيكو	10x-12	**1/1,000,000,000,000**	جزء من التريليون
فمتو	10x-15	**1/1,000,000,000,000,000**	جزء من الكوادريليون
اتو	10x-18	**1/1,000,000,000,000,000,000**	جزء من الكونتليون

[30] ليندا ويليامز، د.واد آدمز، تكنولوجيا النانو، ترجمة الدكتور خالد العامري، مكتبة الأسرة ، 2008 ص.46

وترجع أهمية الحجم إلى إختلاف خصائص المواد متناهية الصغر عن خصائص المواد كبيرة الحجم لسببين هما:

1. أن جسيمات "النانو" تتميز بمساحة سطح أكبر من مساحة سطح الأجسام الكبيرة بالنسبة لحجم كل وحدة.
2. كلما تضاءل حجم الجسيمات ، تغيرت خصائصها المغناطيسية والبصرية والكهربية بدرجة كبيرة جدا.

كما أن الحجم يؤثر على خواص أخرى مثل اللون. فجسيمات "النانو" متباينة الأحجام والأشكال وتتميز بألوان عديدة ومتنوعة.

في هذا الفصل سأحاول أن أسلط الضوء على كل ما يتعلق بهذه التكنولوجيا وإستخداماتها وكيف بدأت ومن مكتشفها وما هي التقنيات المرتبطة بها وأيضاً سأتحدث عن آثار تطبيق تكنولوجيا "النانو" من عدة زوايا من حيث فرص الإستثمار والمنتجات والمخاطر والإجراءات العامة وأثرها على المستوى العالمي.

تاريخ تقنية "النانو"

لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لبروز تقنية "النانو"، كما أنه ليس من المعروف بداية إستخدام الإنسان للمادة ذات الحجم النانوي، لكن من المعلوم أن أحد المقتنيات الزجاجية وهو كأس الملك الروماني لايكورجوس (Lycurgus) في القرن الرابع الميلادي الموجود في المتحف البريطاني يحتوي على جسيمات ذهب وفضة نانوية، حيث يتغير لون الكأس من الأخضر إلى الأحمر الغامق عندما يوضع فيه مصدر ضوئي. وقد وجد الباحثون وعلماء الآثار أن بعض الشعوب القديمة أستخدمت مواد "النانو" قبل أكثر من ألف سنة حبيبات الذهب بأبعاد "النانو" كطلاء الأواني للحصول على لون أحمر لهذه الأواني مثل الصينيون.

الشكل (12) كأس الملك الروماني لايكورجوس[31]

[31] http://rs.ksu.edu.sa

وكذلك أعتمدت تقنية التصوير الفوتوغرافي منذ القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين على إنتاج فيلم أو غشاء مصنوع من جسيمات فضية نانوية حسّاسة للضوء. ولكن من الواضح أن من أوائل الناس الذين أستخدموا هذه التقنية (بدون أن يدركوا ماهيتها) هم العرب والمسلمون حيث كانت السيوف الدمشقية المعروفة بالمتانة يدخل في تركيبها مواد نانوية تعطيها صلابة ميكانيكية، فسيف صلاح الدين الأيوبي! كان سيف نانو أصلي ! أثناء بحثي في مختلف الأوراق والأبحاث والمواقع عن كل ما يتعلق بتكنولوجيا **"النانو"**[32] قرأت بأن سيف صلاح الدين الأيوبي كان معروفًا ومشهورًا بقطع سيوف الأعداء وليس رقابهم فقط! وإليكم التفاصيل :

أولا الأمر ليس مبالغة بل إنه حقيقة فالسيف الدمشقي كان سر من أسرار دولة صلاح الدين الأيوبي التي هزم بها الصليبيين. وقد أكتشف سر هذا السيف بعد قرون طويله وليس هذا فحسب، إنما ذهب العلماء أن المسلمين هم أول من أستخدموا علم "النانو" تكنولوجي بصناعة هذا السيف ومعاً لنتعمق في ما يميز السيف الدمشقي .

شكّل السيف الدمشقي[33] عبر القرون الماضية لغزاً مستعصياً علي الحل في الصناعة الحربية، إذ رويت عنه الأساطير وقيل أن الشعرة كانت تنشطر إلي نصفين لدي سقوطها علي نصله، وأنه كان من عوامل إنتصار "صلاح الدين الأيوبي" علي الصليبيين في المعارك التي خاضها ضدهم، وأن القادة الأوروبيين كانوا يرسلون التجار إلي دمشق لشراء تلك السيوف المميزة وبأغلي الأثمان للتباهي بها، وإستخدامها في المبارزات وفي المعارك الهامة. وروي أن الاسكندر الأكبر ما كان ليقطع عقدة "غورديان" لو لم يمتلك سيفاً دمشقياً، ورغم محاولة الحرفيين الغربيين تقليده عبر العصور فإن صناعته ظلت لغزاً حتي يومنا هذا.

أمتازت السيوف الدمشقية عن غيرها بظاهرة فنَية عرفت بأسم "جوهر السيف" أو "فرنده"، وللجوهر أسماء منها "الدمشقي" أو "الشامي"، وله أشكال عديدة تظهر علي النصال وتشاهد له تموَجات وبقع، ومن أهم خصائص الجوهر الدمشقي أنه يمتاز بأشكال البقعة المحكمة كتموجات رائعة، كما يمتاز بإشراق له مائل إلي البياض مع عدم قابليته للصدأ كسائر أنواع الجوهر، كما يمتاز بلينه ولدانته وثباته فالجوهر الدمشقي إذا طرق نصله وأعيد تحضيره وظهر فيه الجوهر

---

[32] http://www.kenanonline.com

[33] **تحدث السيد فياض سليمان السيوفي أحد أشهر صناع السيوف الدمشقية والذي كان قد توارث المهنة على مدى عدة أجيال في العائلة نفسها قائلاً: «إن عائلته هي الآن الوحيدة التي تصنع السيوف وتقوم بتنزيل الذهب والفضة عليها، ولانعلمها إلا لأولادنا حتى تبقى معزوزة، والسيف الدمشقي كان سيف القادة والأمراء ومن هنا وصلت شهرته إلى العالم وهو سيف فعال جداً وقاطع لأنه مزيج من معدنين: طري وقاس جداً متحدان معاً، مبنياً إن سعر السيف يفوق الـ 300 ألف ليرة سورية، ويزيد سعره بحسب الزينة التي تضاف إليه، حيث اشتهر صناع السيوف الدمشقي إلى جانب صُناع الديباج والزجاج والفولاذ الدمشقي بترصيع وتعشيق ونقش السيوف، مستعملاً لذلك الذهب والفضة والأحجار الكريمة إضافة إلى النحاس والرصاص والحديد**

الشكل (13) السيف الدمشقي

أين السر[34]؟

بعد سبعة قرون من الحيرة والإختبارات الفاشلة، نجح عالمان أمريكيان من جامعة ستانفورد في الولايات المتحدة الأمريكية في التوصل إلي معرفة سر السيف العربي بعد أن بذلا جهداً مضنياً خلال ما لا يقل عن ست سنوات في المختبرات، فما هي ميزات ذلك السيف؟

بدأ العالمان الأمريكيان اختباراتهما بالبحث عن سر المرونة الفائقة في السبائك المعدنية وكيفية تحقيقها في الفولاذ بشكل خاص ، العالم الأول هو "أوليغ شيربي" الذي يعمل أستاذاً في علم المعادن والهندسة في جامعة ستانفورد، والثاني هو "هيفري وادسورث" ويعمل في مختبرات شركة "لوكهيد" للصناعة الحربية في بالوالتو. اتبع "وادسورث وشربي" أسلوباً حقق لهما الغرض المطلوب في فك هذا اللغز، إذ قاما بتقليب المعدن المسّخن وهو في حرارة "2050 فهرنهايت" بصورة مستمرة، وعمدا في تلك الأثناء إلي خفض حرارته إلي درجة "1200 ف" وحافظا علي تلك الحرارة خلال عملية تشكيله. وهذه العملية تشبه كثيراً عملية صنع الخزف الذي يعجن وهو يلف بصورة مستمرة.

وبعد أن عرض هذه الإنجاز علي مجموعة من العلماء صاح أحدهم: أن هذا الذي صنعه العالمان هو الفولاذ الدمشقي بالتحديد، وبعد مقارنة المعدنين ببعضهما لوحظ تطابق شديد بينهما مع فارق واحد هو أن المعدن الجديد صنع بواسطة الآلات بينما الأول صنع علي يد الحداد الدمشقي بالطرق العادية.!!.

* باحثون ألمان: صانعو السيوف المسلمين كانوا يستخدمون شكلاً من أشكال "النانو" تكنولوجي:

[34] http//www.kenanonline.com

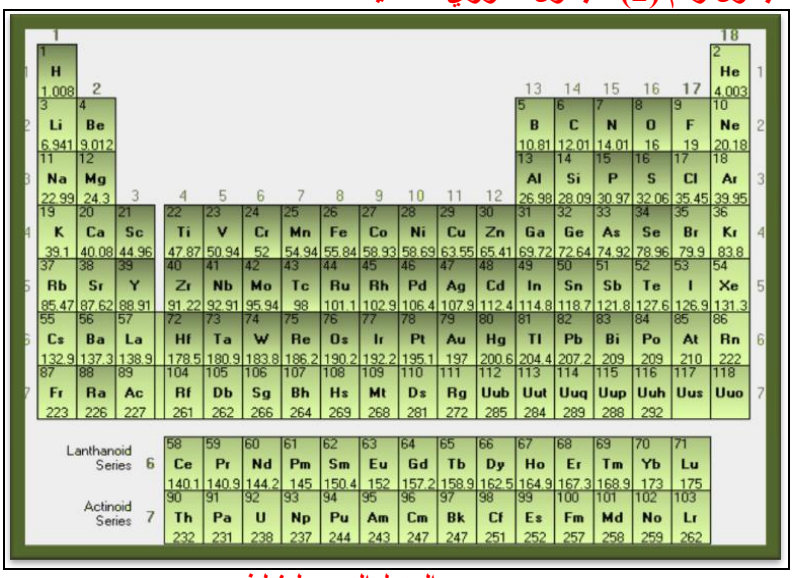
أعلن "بيتر بوفلر" الباحث بالجامعة التكنولوجية بمدينة دريسدن الألمانية أن الفريق البحثي قد اكتشف عند تحليله لواحد من شفرات السيوف الدمشقية دقيقة التكوين عن وجود آثار لأنابيب متناهية الصغر عبارة عن اسطوانات دقيقة من الكربون ذات مواصفات خاصة. وفقًا لما ورد عن جريدة "القبس الإلكترونية" وأضاف "بوقلر" أن تلك الأنابيب متناهية الصغر المصنوعة من الكربون صارت اليوم قمة تكنولوجيا "النانو" أو علم المواد متناهية الصغر، كما وجدت بقايا الأسلاك متناهية في الصغر' من الكربيد، هذه الأسلاك المصنوعة من مادة شديدة الصلابة ربما أحتوت داخلها على أنابيب متناهية الصغر من الكربون وهي التي أعطت السلاح قوته غير الطبيعية وشكله الآخاذ، وأشار إلى أن الحدادين قد أستطاعوا من خلال تطوير معالجة الشفرة لأقصى حد ممكن، عمل أنابيب متناهية في الصغر قبل أكثر من 400 سنة، مما يمَكن للعلماء بمزيد من الدراسة لتركيبة السيف القدرة على إعادة إنتاج هذه الوصفة التي طال نسيانها للصلب الدمشقي، والتي ظلت الكيفية التي تمكن بها حدادو العصور الوسطى من التغلب على ضعف المادة الصلبة لإخراج هذا المنتج النهائي القوي سرًا من الأسرار حتى الآن. كما كان صانعوا الزجاج في العصور الوسطى يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين[35].

مفهوم المواد والعناصر:

قبل التحدَث والتوسَع عن "النانو" ومفهومها وبداياتها ارتأيت أن أتحدث قليلاً عن المواد والعناصر حيث أن كل شيء في الكون المحسوس يتكون من مادة. ومعنى المحسوس أنة يمكننا الاستدلال علية من خلال طريقة مباشرة مثل الحواس الخمسة أو من خلال طريقة غير مباشرة كأن نستخدم آلة أو جهاز للاستدلال علية مثل الأشعو والموجات هي أيضا مواد وحتى يصبح الكلام دقيقا وعلميا فإن المواد والموجات هما وجهان لعملة واحدة. والعملة هي الأجسام وإذا كان هذا الجسم صغيرا جدا فأنة يسمى جسيم وأي جسم يتكون من عنصر أو من مجموعة عناصر وهى عناصر الجدول الدوري الذي وضعة العالم مندليف والموضح أدناه.

[35] د.محمد بن صالح الصالحي ، استاذ جامعة الملك سعود- قسم الفيزياء والفلك ، الرياض، تقنية النانو

الجدول رقم (2) الجدول الدوري لمنديليف

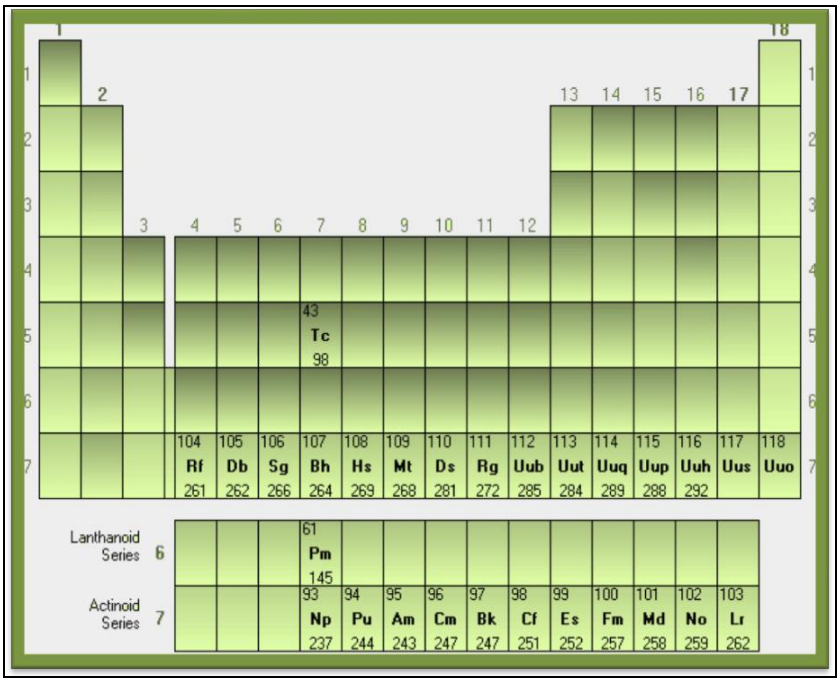


الجدول الدوري لمنديليف

إذن كل الأجسام لا تخرج مكوناتها عن هذا الجدول وعدد عناصره 118عنصر، العنصر الأول هو الهيدروجين H ورقمه الذرى 1 والعنصر الأخير هو Ununoctium أنكتيوم Uuo وهو عنصر لم يتم اكتشافه حتى الآن ولكن تم وضعة في الجدول افتراضيا وأخر عنصر مكتشف هو Roentgenium رونتجنيوم Rg ورقمه الذرى 111 وتم تسميته كذلك نسبة لعالم الطبيعة رونتجن مكتشف أشعة أكس.

كافة عناصر الجدول الدوري لا تخرج عن كونها أحد ثلاثة أشياء:-

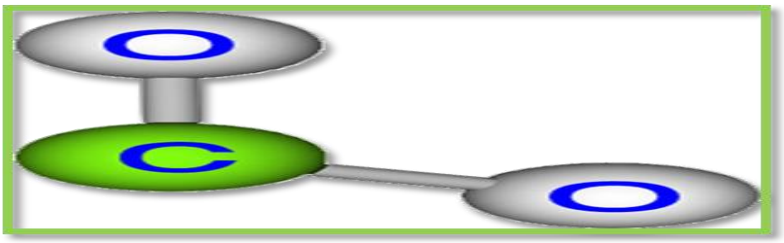
الغازات: غازات	الهيدروجين(H)- النيتروجين(N) – الأكسجين(O) – الفلور(F) – الكلور(C)
غازات خاملة	الهيليوم(He)-النيون(Ne)-الأرجون(Ar)-الكريبتون(Kr)-الزينون(Xe)-الرادون(Rn)
السوائل	البروم(Br) – الزئبق(Hg) – اليود(I)
مواد صلبة	باقي العناصر في الجدول الدوري هي عناصر تتواجد في الحالة الصلبة وكافة عناصر الجدول الدوري توجد في الطبيعة فيما عدا العناصر في الجدول أدناه



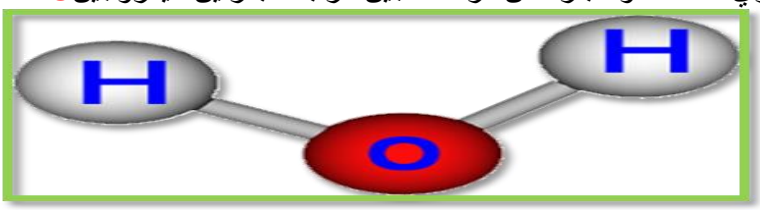
وهذه العناصر يتم الحصول عليها أثناء التفاعلات الكيميائية ولكن هذا لا ينفى كونها موجودة في الطبيعة فقد تكون موجودة في مكان ما من الكون الشاسع ضمن مكونات تربة أحد الكواكب أو النجوم في المجرات التي يعج بها الكون وتوجد أيضا مواد أخرى ولكنها ليست عناصر.

أمثلة للتوضيح

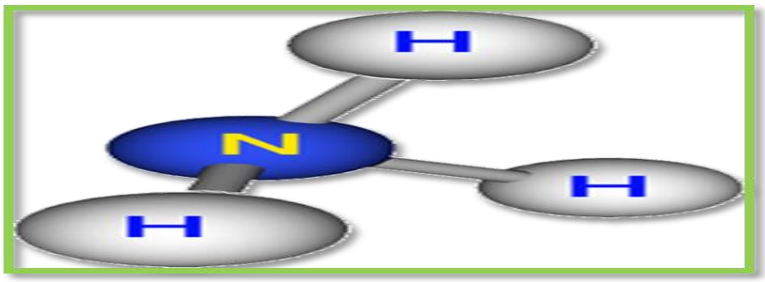
غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 هو مادة تتكون من عنصري الكربون والأكسجين والجزيء الواحد يتكون من ذرة كربون مرتبطة بذرتين من الأكسجين



جزيء الماء هو عبارة عن ذرة أكسجين مرتبطة بذرتين هيدروجينH_2O



جزيء النشادر NH_3 ما هو إلا ذرة نيتروجين مرتبطة بعدد 3 ذرات هيدروجين



هذه المواد تسمى مُركبات وعليه فإن غاز ثاني أكسيد الكربون هو مركب من مركبات الكربون والماء من مركبات الأكسجين والنشادر مركب من مركبات النيتروجين ولكن هناك ملحوظة في غاية الأهمية وهى في المثال الأول نجد أن ثاني أكسيد الكربون غاز وهو مكون من ذرة كربون الذي هو مادة صلبة والأكسجين الذي هو غاز.

لماذا كان ناتج الارتباط بينهما غازا وليس مادة صلبة؟

في المثال الثاني حدث شيء غريب وهو عند ارتباط الأكسجين مع الهيدروجين وهما غازان نتج شيء غير متوقع وهو الماء وهو سائل. لماذا كان الناتج سائلا هذه المرة؟

أما المثال الثالث فقد ارتبط غازان وهم النيتروجين والهيدروجين وكان الناتج غازا أيضا لماذا حدث هذا وكيف حدث وما الفائدة من معرفة السبب؟

ما هو السبب في صلابة العناصر والمركبات ولماذا الغازات غازات والسوائل سوائل؟ لا أريد أن أتعمق معكم في الفيزياء ولكن باختصار فإنه يرجع السبب في ذلك إلى الرابطة التي تربط كل ذرة بأخرى ليس هذا فقط بل والزاوية بين كل رابط!! هل معنى ذلك بأننا مثلا لو قمنا بتغيير قيمة هذه الروابط ستتغير خواص المادة؟ لو استطعنا ذلك لتغيرت خواص هذه المواد بالفعل ومع تغيير الخواص ستصبح المادة الأقل صلابة أكثر صلابة

ملحوظة

تم بالفعل تغيير خواص بعض المواد للدرجة التي جعلت خيط من الكربون سمكة 1 ملليمتر يتحمل وزناً مقداره 1031 كيلوجرام هذه النقطة بالذات ليست جديدة على الكربون فالكربون الهش الذي يمكن كسرة باليد بسهولة هو نفسه مادة الالماس شديد الصلابة، يمكننا أيضا تعديل خواص أخرى كأن تصبح المادة الغير موصلة للتيار الكهربائي شبة موصلة مثلاً

لقد تحدثنا بأن المادة تتكون من عنصر أو مجموعة عناصر أو مركبات لهذه العناصر والعناصر تم وضعها في جدول يسمى بالجدول الدوري لمندليف ولكل عنصر خواصه التي تميزه عن العناصر الأخرى وهذه الخواص تشمل اللون والكثافة والصلابة ...الخ . وأيضا توجد خواص أخرى للعناصر لا يمكننا معرفتها بمجرد النظر لهذه العناصر مثل الخواص الكهربية فالعناصر إما عديمة التوصيل للتيار الكهربي أو موصلة للتيار أو شبة موصلة للتيار والخواص المغناطيسية فبعض العناصر ينجذب إلى المغناطيس والآخر لا ينجذب والخواص الإشعاعية فبعض العناصر لها نشاط إشعاعي والآخر لا يوجد له نشاط إشعاعي وأيضا درجة الانصهار
ولكن لماذا الذهب أصفر اللون والفضة بيضاء؟

كيف أصبح الكربون هش وسهل الكسر بينما التيتانيوم خفيف الوزن وشديد الصلابة؟ ما هو السبب في تباين الخواص للعناصر واختلافها إلى هذه الدرجة؟ السبب هو أن ذرة الألمونيوم تختلف في تركيبها عن ذرة النحاس وذرة الهيدروجين ليست هي نفسها ذرة الحديد، إذن نستطيع القول بأن التركيب الذري للعنصر هما السبب في الاختلاف.

إن العناصر التي يتركب منها جسم الإنسان أو أي كائن حي أو جماد أو سائل تتألف من ذرات وتتحد تلك الذرات مع بعضها البعض لتكون جزيئات ومن الجزيئات تتألف العناصر. وتعتبر الذرة أصغر جزء من المادة، فهي تتركب من جسيمات أقل وزنا منها وكل ذرة تتركب من ثلاثة أنواع مختلفة من الجسيمات هي (الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات) ولكل ذرة نواة في مركزها وحول النواة تدور الإلكترونات في مدارات متعددة أما البروتونات والنيوترونات فتستقر في النواة. وبما أن **الذرة هي عماد تقنية "النانو"** لا بد من معرفة أن دراسة الذرة والتحكم فيها يمكن تخليق عناصر جديدة تساهم في التطور العلمي والوصول الى اختراعات علمية جديدة.

في عام **1897م** أكتشف عالم الفيزياء الإنجليزي "ج.ج. طومسون" جسيمات ذات شحنة سالبة عن طريق تفريغ كل الهواء الموجود داخل أحد الأنابيب الزجاجية الذي كان موصولاً بإلكترودين، وقد استعان "طومسون"

بأنبوب الأشعة الكاثودية (cathode ray tube) الذي استغل التيار الكهربي المار لتحريك ذرات الغازات المختلفة الموجودة داخل الأنبوب. وبعدها، وجه طومسون شعاع الكهرباء عبر الأنبوب من أحد الإلكترودين إلى الإلكترود الآخر وعن طريق استخدام هذا الأنبوب الزجاجي، أستطاع علماء القرن العشرين فصل الجسيمات التي تتكون منها الذرة ، وقد أكتشف طومسون من خلال تجاربه الأولى التي أجراها على العديد من الغازات الملونة المختلفة أن الإلكترون له شحنة سالبة ويوجد في جميع العناصر فكان هذا اكتشافا عظيما بما ان معظم الناس كانوا يجهلون الاختلافات الموجودة بين العناصر وفي عام 1906م ، حاز طومسون على جائزة نوبل في الفيزياء عن هذا الاكتشاف وعن أبحاثة الأخرى التي تجمع بين الكهرباء والغازات، وبعدها أثبت أن كتلة الإلكترون تزن $9.1x10^{-31}$ كجم، وأن شحنته تساوي $1.6x10^{-19}$.

وفي عام 1907م ، أسهم احد تلامذة طومسون ويسمى "إرنست راذرفورد" في وضع المفهوم الحديث للذرة. وقد فاز بجائزة نوبل في الكيمياء عام 1908م وقد تنبأ بعد أن قام بشطر الجسيمات خلال شريحة رقيقة من الذهب أن مركز الذرة يحتوي على جسيمات دقيقة موجبة الشحنة أصغر بكثير من الذرة نفسها وبعد الأبحاث والتجارب العديدة مع تلميذة " هانز جايجر" (مخترع عداد "جايجر" لرصد الإشعاع) أنه عندما تصطدم الجسيمات المتسارعة بإلكترونات ذرة ذهب في وجود الغاز ، ينتج عن ذلك انفصال أحد البروتونات[36]عن النواة. وبعد ذلك أجريت العديد من الأبحاث في نفس المجال وأثبتت هذه الأبحاث أن كل بروتون داخل النواة له كتلة تفوق كتلة الإلكترون بنحو 1800 مره بحيث تتركز معظم كتلة الذرة في نواتها موجبة الشحنة ، وتتسم النواة بأنها تشغل حيزا صغيرا من حجم الذرة وبعد العديد من الأبحاث التي أجريت فيما بعد تبين أن الإلكترونات لا تدور حول النواة مثلما تدور الكواكب حول الشمس ، وإنما تحيط بها كأنها سحابة.

[36]البروتونات جسيمات دون ذرية وهي احد مكونات النواة متناهية الصغر وله شحنة موجبة وكتلة تفوق كتلة الإلكترونات بحوالي 1800 مرة ويستدل على العدد الذري لأحد العناصر من عدد البروتونات الموجودة داخل نواة الذرة والعنصر الخالص او النقي هو العنصر الذي يتألف من جسيمات لها العدد الذري نفسة.

الشكل (14) محتويات النواة www.google.com

وقد وضع العالم الدنماركي نيلز بور Niels Bohr تصورا لتركيب الذرة كما يلي:

- الذرة عبارة عن نواة موجبة الشحنة تتكون من البروتونات يدور حولها الإلكترونات السالبه كم هو موضح في الشكل (15) أعلاه
- تحتوى نواة الذرة على بروتون واحد أو أكثر وعدد الإلكترونات الموجودة حول الذرة تساوى نفس عدد البروتونات الموجود في النواة
- تدور الإلكترونات حول الذرة في مدارات مما يجعلها تشبه المجموعة الشمسية
- المدارات الموجودة حول النواة عددها سبعة
- عندما ينتقل إلكترون أثناء حركته من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى يحدث فقد للطاقة وهذا الفقد في كمية الطاقة تم تسميته بالفوتون وهو يظهر في صورة إشعاع لونى أو طيف مما يظهر على المادة عموماً فيصوَر توهج لونى

وعلى الرغم بأن الصورة التي تصورها بور هي الأقرب إلى تخيل شكل الذرة إلا أنها فشلت في التطبيق على أي ذرة فيما عدا ذرة الهيدروجين ولم تستمر النظرية كثيرا بحيث تم اكتشاف النيوترون على يد تشادويك وهو جسيم وزنة يساوى وزن البروتون ولكنة لا يحمل شحنة ويوجد داخل النواة وبناء على الثلاثة جسيمات المكتشفة حتى الآن تم الوصول إلى حقيقة حول العناصر.

إن الذي يتحكم في نوع العنصر هو عدد البروتونات داخل النواة العنصر الذي يحتوى على 1 بروتون داخل النواة هو الهيدروجين ورقمه الذرى 1 والذي يحتوى على 2 هو الهيليوم و92 لليورانيوم.....الخ وأن أقصى عدد من البروتونات يمكن أن يتواجد داخل النواة هو 118 وعلى ذلك فإن عدد العناصر التي يمكن أن تتواجد في الطبيعة هو 118ويعتبر البروتون هو

المحدد لنوع العنصر أما النيوترون المكتشف من قبل **تشادويك**[37] ليس له أي دور في تحديد نوع العنصر وأن التغيير في عدد النيوترونات يؤدى إلى ظهور شيء آخر وهو النظير، والنظير هو عنصر ينتج عن تغير عدد النيوترونات داخل النواة بشرط بقاء عدد البروتونات بدون تغيير

مثال للتوضيح:

عنصر اليود تتكون نواة ذرة اليود من 53 بروتون + 74 نيوترون فيصبح عدد الكتلة =53+74 =127 لذلك فأنة يسمى I127 وهو غير مشع يتم قذف نواة ذرة اليود بأربع نيوترونات فيصبح عدد الكتلة =53+78 =131 لذلك فهو يسمى I131 وهو يود أيضا ولكنة مشع ويسمى النظير 131لليود نلاحظ أنة أيضا يود ولكن تغيرت خاصية معينة نتيجة تغيير العدد الكتلي ماذا لو تغير عدد البروتونات؟ إذا قمنا بقذف نواة اليورانيوم ببروتون يصبح عدد البروتونات 93 وهذا عنصر آخر وهو العنصر رقم 93 Neptunium النبتونيوم إذا قمنا بشطر نواة ذرة اليورانيوم إلى شطرين ينتج جزئين الجزء الأول عبارة عن نواة تحتوى على 90 بروتون وهو عنصر الثوريوم والذي رقمه 90 الجزء الثاني نواة تحتوى على 2 بروتون وهى نواة العنصر رقم 2 الذي هو غاز الهيليوم، إذن الذي يحدد نوع كل عنصر هو البروتون وتعود الخواص المنفردة لكل عنصر إلى قوى الترابط بين الجسيمات الموجودة

---

[37] السير جيمس تشادويك (Sir James Chadwick؛ 20 أكتوبر 1891 - 24 يوليو 1974) فيزيائي إنجليزي حائز على جائزة نوبل في الفيزياء لعام ١٩٣٥ لاكتشافه النيوترون عام ١٩٣٢. في عام ١٩٤١، كتب المسودة الأخيرة من تقرير MAUD (تطبيقات عسكرية لانفجار اليورانيوم) والذي ألهم حكومة الولايات المتحدة لبدء إنشاء القنابل النووية بشكل جدي. كان رئيس الفريق البريطاني العامل في مشروع مانهاتن خلال الحرب العالمية الثانية. يعرف تشادويك بشكل رئيس لاكتشافه النيوترون.

ولد جيمس تشادويك في بولينجتون، في تشيشاير بإنجلترا. تلقى تعليمه في مدرسة مانجستر العليا، ثم درس في جامعتي مانجستر وكامبردج. في عام 1913، ذهب تشادويك إلى برلين في ألمانيا للعمل مع العالم هانز جايجر. عمل أيضا مع إيرنست روثرفورد. كان لا يزال في ألمانيا عندما اندلعت الحرب العالمية الأولى وقد اعتقل في معسكر روهليين POW خارج برلين. ذلك المعسكر الذي احتوى على أكثر من خمس آلاف شخص محتجز كأسرى للحرب، كان عبارة عن مضمار لسباق الخيل. كانت هنالك عدة إسطبلات في المعسكر، احتوت كل منها على 27 غرفة للخيول. عاش المحتجزون في تلك الغرف الصغيرة، وقد سمح لهم بأن يعملون أشياء لإبقاء أنفسهم مشغولين. عمل تشادويك مع عالم شاب يدعى تشارلز أليس. بدأ تشادويك مع أليس بعمل مختبر في الإسطبلات لتأيين الفسفور، كما عملا أيضا على التفاعل الكيمياوي الفوتوغرافي لأول أكسيد الكربون والكلور.

بعد الحرب، عاد تشادويك إلى كامبردج حيث عمل مع إيرنست روثرفورد، وقد درس إشعاع أشعة غاما من المواد المشعة. وقد درسا أيضاً تحويل العناصر بواسطة قصفها بجزيئات الألفا، كما بحثا عن طبيعة النواة الذرية.

في عام 1932 توصل تشادويك إلى اكتشاف مهم جداً، فقد اكتشف الجزيئة في نواة الذرة التي أصبحت تعرف بالنيوترون لأنها لا تحتوي على شحنة كهربائية. مهد تشادويك الطريق نحو انفلاق يورانيوم 235 ونحو خلق القنبلة الذرية. بسبب هذا الاكتشاف المهم، منح وسام هيوز للجمعية الملكية في عام 1932، ولاحقا جائزة نوبل للفيزياء في عام 1935. علم بعد ذلك بأن ثمة عالم ألماني وهو هانز فالكينهاجين قد اكتشف النيوترون في نفس الوقت، لكنه كان خائفاً من نشر نتائجه. عندما علم تشادويك باكتشاف فالكينهاجين، عرض عليه المشاركة بجائزة نوبل التي حصل عليها. ولكن فالكينهاجين رفض ذلك الشرف بتواضع. لقب تشادويك لاحقاً باسم "جيمي نيوترون" بسبب اكتشافه النيوترون

أصبح تشادويك أستاذ الفيزياء في جامعة ليفربول في عام 1935. عمل على إمكانية صنع قنبلة ذرية. أدرك بعد ذلك بأن القنبلة النووية قد تصنع بالفعل في وقت لاحق. وجد ذلك الأمر مخيفاً جداً حينما يعمل العلم على تكوين مثل هذه الأسلحة الفظيعة. بدأ بعدها بتعاطي الحبوب المنومة.

انضم إلى مشروع مانهاتن في الولايات المتحدة الذي طور القنابل الذرية التي سقطت على هيروشيما وناجاساكي. رفع تشادويك إلى مرتبة فارس في عام 1945.

بعد الحرب انتقل تشادويك إلى جامعة كامبردج. وتوفي في كامبردج في 24 يوليو 1974.

داخل النواة.ثم بدأت الصدمة فقام **ماكس بلانك**[38] بوضع نظرية الكم والذي استطاع فيها وضع تفسير للإشعاع الأسود وتغير تصور شكل الذرة إلى الشكل الحالي.

أكتشف العالم **بول ديراك**[39] وجود إلكترون موجب الشحنة داخل الذرة (البوزيترون) ثم أتت رصاصة الرحمة لنموذج بور على يد **هيزنبرج** عندما أعلن أنة لا يمكن تطبيق رياضيات نيوتن على الإلكترون لأن له طبيعة موجبة وأنة لا يمكن الجزم بالمكان الذي يوجد فيه الإلكترون حول النواة وأتى برياضيات صعبة جداً عرفت فيما بعد بميكانيكا الكم وقد عارضة

---

38 نشأ بلانك في عائلة تقليدية تمتلئ بالمفكرين، جده الأكبر وجده لأبيه كانا عالمي لاهوت في مدينة جوتنجن، وأبوه كان استاذا للحقوق في جامعة كيل وجامعة ميونخ، وكان عمه جوتليب بلانك (1828-1907) قاضيا وأحد المشتركين في تأليف القانون المدني الألماني. في سنة 1867 تلقى والده عرض للعمل في جامعة ميونخ[1] وانتقلت عائلته للعيش في مدينة ميونخ، وتم تسجيل بلانك في مدرسة الماكسميليان الثانوية حيث تلقى علم الفلك والميكانيكا والرياضيات على يد هرمان مولر، كما كان مولر هو أول من علم بلانك مبدأ بقاء الطاقة، كان وجوده في هذه المدرسة هو بداية تعامله مع علم الفيزياء.تخرج بلانك في عامه السابع عشر من المدرسة الثانوية، كان محبًا للموسيقى لكنه فضّل دراسة الفيزياء. وفي ميونخ نصحه أحد أساتذته البروفيسور فيليب فون يولي أن يتوجه لدراسة غير الفيزياء قائلاً (أن هذا المجال تم إكتشاف كل شئ فيه تقريباً، وكل ماتبقى هو ملئ القليل الثغرات) (و كان هذا هو الاعتقاد المنتشر آنذاك!) لكنّه ردّ بأنّه لا ينوي اكتشاف "أشياء جديدة" وإنما أن يفهم أساسيات الفيزياء، وهكذا بدأ دراسة الفيزياء بعمر 16 سنة عام 1874 في جامعة ميونخ، عند البروفيسور يولّي تعلم بلانك الجزء التطبيقي الوحيد في دراسته وهو إنتشار الهيدروجين خلال البلاتين الساخن، ثم انشغل بالفيزياء النظرية.

في ديسمبر سنة 1900 استطاع الفيزيائي ماكس بلانك أن يهز الأوساط العلمية كلها عندما أعلن أن طاقة الموجات الضوئية تقفز بصورة غير متصلة. وأنها مكونة من كموميات ـ ومفردها : كم

و بلانك مثل عدد كبير من العلماء، قد اهتم بدراسة الإشعاع الذي يصدر عن الأجسام السوداء حين يتم تسخينها. (و تعريف الشئ الأسود تماما هو الذي لا يصدر أي اشعاع. انما يمتص كل ما يسقط عليه من ضوء) واستطاع عدد من علماء الفيزياء ان يسجلوا الإشعاع الصادر عن الأجسام السوداء. وذلك قبل أن يفكر بلانك في حل هذه المشكلة. وأول إنجاز قام به بلانك هو اكتشاف المعادلة الجبرية المعقدة التي تسجل حركة الإشعاع الصادر عن الجسم الأسود. وهذه النظرية التي اكتشفها والتي لا تزال تستخدم في الفيزياء النظرية حتى اليوم تلخص ما انتهى إليه علماء الفيزياء في تجاربهم المعملية، ولكن هناك مشكلة : وهي ان قوانين الفيزياء تكشف لنا عن معادلة أخرى أو صيغة أخرى للاشعاعات الصادرة عن الأجسام السوداء.

و قد فكر بلانك كثيرا في هذه المشكلة، ثم خرج لنا بنظرية جديدة تماما وهي أن الطاقة المشعة من الذرات تنبعث على شكل " كمات" اطلق عليها اسم "الكم". وفقا لهذه النظرية فان طاقة الشعاع تعتمد على طول الموجة والتردد (أي تختلف باختلاف اللون مثلا).

و أصبحت نظرية الكم تسمى فيما بعد بنظرية بلانك، كما اكتشف ثابتا طبيعيا من أهم الثوابت الفيزيائية وهو "ثابت بلانك". وهي نظرية مختلفة تماما عن كل النظريات السائدة في مطلع القرن العشرين، حيث تبين أن الطاقة تنتقل في هيئة " كمات" صغيرة وليس في الوجود كمات أصغر منها.

39 بول أدريان موريس ديراك (بالإنجليزية: Paul Adrien Maurice Dirac) (ولد في 8 أغسطس من سنة 1902 في بريستول وتوفي في 20 أكتوبر 1984 في تلاهاسي، فلوريدا) هو عالم فيزياء بريطاني وأحد مؤسسي ميكانيكا الكم، قام بتطوير نظرية فيزيائية أعم تشمل في صلبها نظريات هايزنبرج وشرودنجر كحالات خاصة، اعتمد على أعمال ولفجانج باولي لإشتقاق معادلة ديراك، بدأت شهرة ديراك عن طريق استنباطه عام 1928 للوصف الرياضي الدقيق للجسيمات الأولية التي انسجمت مع كلاً من ميكانيكا الكم والنظرية النسبية الخاصة .

كانت معادلات ديراك مدهشه في أنها استخدمت المصفوفات بدلاً من الكميات القياسية، وكانت لخواص معادلة ديراك أهمية عظيمة في الفيزياء النظرية علاوة على ذلك فقد كانت هذه المعادلة مدهشة ذلك لأنها أمدتنا بالوصف الدقيق جداً لدوران الجسيمات الأولية ، واشد من ذلك غرابة فقد كانت المعادلة تحتوى على عناصر سالبة لكتلة الجسيمات ونتيجة لذلك فقد استنتج ديراك أن كل جسيم لابد وأن يحتوى على جسيم مضاد، فلمع بنظريته الكمومية عن حركة الإلكترون التي قادته عام 1928 لإفتراض وجود جسيم مطابق للإلكترون في جميع مظاهره، إلا أنه يتمتع بشحنة كهربائية معاكسة بالإشارة لشحنة الإلكترون دعي البوزيترون، انتظرت نظرية ديراك حتى عام 1932 عندما قام الفيزيائي الأمريكي كارل أندرسون بإثبات وجود البوزيترون [1]. من هنا يعد ديراك هو مؤسس الديناميكا الكهربية الكمية الحديثة، سنة 1933 نال مع شرودنجر جائزة نوبل للفيزياء، في الرياضيات كان له أعمال كثيرة منها دالة ديراك أو ما يسمى ب دالة دلتا. عمل ديراك أستاذاً للرياضيات بجامعة كامبردج في الفترة من عام 1932 إلى عام 1969 وأستاذا للفيزياء بجامعة ولاية فلوريدا في الفترة من عام 1971 إلى 1984

اينشتاين في هذه النظرية وعلى أسس ميكانيكا الكم بدأت تتضح أمورا كثيرة حول الإلكترون.

في ‘‘النانو’’ تكنولوجي العمل سيكون مع الإلكترون فقط لأنة هو الذي يحدد خواص المادة ، والإلكترون هو الذي يقوم بعمل الروابط بين ذرات العناصر وهو الذي يحدد خصائص العنصر والتلاعب في مسار الإلكترون حول النواة وهو الذي سيؤدى إلى إستحداث خصائص جديدة للعناصر، وسيقع إطار العمل في ‘‘النانو’’ تكنولوجي في منطقتين فقط وهى المناطق التي يتواجد فيها الإلكترون:

الأولى: المنطقة العازلة بين كل ذرة وأخرى والتي تفصل الذرات عن بعضها بما فيها منطقة الروابط

الثانية هي المنطقة المحصورة بين المستوى الخارجي للذرة وبين المستوى الأخير حيث توجد الإلكترونات

النيترونات:

تحتوي نواة الذرة على جسيمات دون ذرية تسمى النويَات ، وتقسم هذه النويات إلى نوعين من الجسيمات (النيترونات والبروتونات) وتشكل البروتونات كتلة النواة الأساسية وتعتبر النيترونات[40] جسيمات نووية متعادلة الشحنة توجد داخل النواة المزدحمة بالبروتونات موجبة الشحنة والجدول أدناه يوضح الصفات المتشابهة لمكونات الذرة متناهية الصغر والفرق بين أحجامها، وتعد الإلكترونات والبروتونات والنيترونات جسيمات متناهية الصغر(وهي ما تسمى بجزئيات[41] ‘‘النانو’’) وتتمتع بسمات متنوعة.

الجسيمات الذرية		
الاسم	الرمز	الكتلة (kg)
الإلكترون	e^-	$9.11x10^{-28}$
البروتون	p+	$1.675x10^{-24}$
النيترون	N	$1.675x10^{-24}$

[40] النيترونات هي جسيمات دون ذرية لها كتلة ككتلة البروتونات، ولكنها لا تحمل شحنة كهربية سواء كانت سالبة أو موجبة ، أي أنها جسيمات متعادلة الشحنة.

[41] الجزء هو أبسط وحدة يتكون منها العنصر أو المركب، ويتألف من ذرات تترابط كيميائيا بفعل قوى الجذب.

في 29 ديسمبر من عام 1959م، ألقى العالم الفيزيائي الأمريكي الشهير "ريتشارد فاينمن"[42] محاضرة أثناء انعقاد الاجتماع السنوي للجمعية الأمريكية للفيزياء في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا بموضوع التحكم في الأشياء عند مستوى متناهي الصغر(والتي قامت عليها فيما بعد تكنولوجيا "النانو") وذلك عن طريق بناء المواد وتشكيلها باستخدام ذرة واحدة في كل مرة. وهذه الفكرة أدهشت الحضور حيث إن الأدوات العلمية في تلك الفترة كانت بسيطة، ثم أوضح "فاينمن" كيف يمكن تخزين 24 مجلدا من مجلدات الموسوعة البريطانية في جسيم بحجم رأس دبوس صغير وكيفية قراءة هذه الموسوعة بعد تصغيرها من خلال الميكروسكوب الإلكتروني الذي كان مستعملا وقتها ، وكانت المشكلة هي كيفية كتابة هذه النصوص فائقة الضآلة وتصغيرها دون أن تفقد دقة وضوحها. ولتحقيق ذلك قال "فاينمن" إن الحرف يمكن تمثيلها بست أو سبع وحدات بت من المعلومات لكل حرف، كما اقترح استغلال باطن المعدن وسطحه الخارجي لتخزين البيانات وأضاف انه إذا كان كل بت يساوي 100 ذرة فان كل المعلومات المحفوظة بجميع الكتب في العالم يمكن كتابتها في مكعب من المادة عرضة 1/200 بوصة، وهو تقريبا حجم ذرة تراب، وأشار إلى أن علماء البيولوجيا كانوا ينتظرون أن يبتكر علماء الفيزياء ميكروسكوب تزيد قوته عن الميكروسكوبات العادية بحوالي 100 مرة، فاستخدام العلماء لمثل هذه الأدوات العلمية المتطورة سيمكنهم من اكتشاف المزيد من التفاعلات البروتينية والمزيد عن الإمكانيات الهائلة لعالم الجزيئات أو ما يطلق علية "عالم النانو".

في عام 1981م، اخترع "جيردبينيك" و "هايريش رورار" من علماء مختبر زيورخ للأبحاث التابع لشركة IBM ميكروسكوب المسح النفقي الذي أتاح للعلماء لأول مرة رؤية كل ذرة على حدة ، بل وتحريكها، وقد اكتشفا أن استخدام مجال كهربي ومسبار نانو متخصص له طرف متناهي الصغر يمكن أن يساعدهما في تحريك الذرات وتشكيلها كما يريدان. ومنذ ذلك الحين قد استطاع العلماء استخدام هذا الميكروسكوب وتطوير ميكروسكوب التصوير الذري وهو من أدوات القياس المتقدمة في عالم تكنولوجيا "النانو". وفي عام 1989م، تمكنت شركة IBM من استخدام 35 ذرة من عنصر الزينون في كتابة الأحرف الثلاثة لأسم الشركة.

---

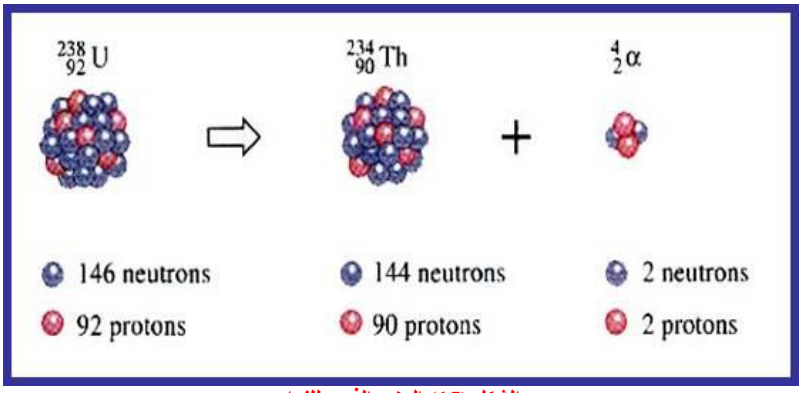
[42] تم التحدث عنه سابقاً

ويتضح مما سبق بأن جميع المواد تتكون من جزيئات والجزيئات تتكون من دقائق متناهية في الصغر تسمى ذرات، والذرة تتكون من جزأين أساسيين - حسب تجارب رذرفورد - هما:

1. **النواة:**

وتكوّن مركزة الذرة، وحجمها صغير جداً بالنسبة لحجم الذرة، وتتركز فيها معظم كتلة الذرة، وتحتوي النواة على نوعين من الجسيمات المادية هما البروتونات والنيوترونات.

- **البروتونات**(p): وهي جسيمات مادية تحمل شحنة كهربائية موجبة (+).
- **النيوترونات** (n): وهي جسيمات مادية عديمة الشحنة، وتوجد في نوى ذرات كل العناصر، ماعدا نواة ذرات الهيدروجين العادي، وكتلة النيوترون تساوي تقريباً كتلة البروتون.



الشكل (15) الوزن الذري للنواه
توضح هذه الصورة أن الوزن الذري، هو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات داخل نواة الذرة، أما العدد الذري فهو عدد البروتونات داخل النواة فقط.

2. **الإلكترونات (e):**

وهي جسيمات مادية صغيرة جداً ، لكل منها شحنة كهربائية سالبة (-) مقدارها يساوي مقدار شحنة البروتون وتخالفها في النوع، ولكن كتلة الإلكترون الواحدة صغيرة جداً بالنسبة لكتلة البروتون، ولقد تصور رذرفورد أن الإلكترونات تدور حول نواة الذرة في مدارات معينة وتشبه في ذلك حركة كواكب المجموعة الشمسية، التي تدور حول الشمس في مدرات محددة.

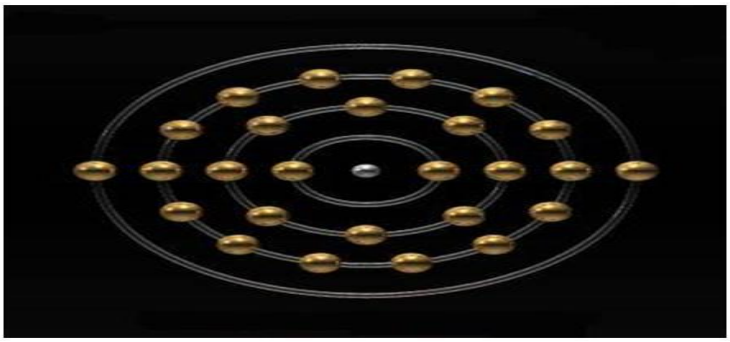
الشكل (16) صورة تجسد مكونات الذرة، إلكترونات تدور حول النواة

الشكل (17) كيف ينبعث الضوء من الذرة[43]

ولقد سميت هذه المدارات بمستويات الطاقة، وحددت بسبعة مستويات رئيسية للطاقة، تعرف للسهولة من الداخل إلى الخارج بالأرقام (من 1– 7) ومما تجدر الإشارة إليه أن عدد الإلكترونات في ذرة العنصر، يساوي عدد البروتونات وبما أن مقدار شحنة الإلكترون يساوي مقدار شحنة البروتون وتخالفها في النوع، لذا فإن ذرة العنصر تكون متعادلة الشحنة الكهربائية [44]

[43] www.alhasebat.net/vb/showthread.php?t=9143

[44] الدكتور مروان شعبان، قانون الذرة بين العلم والقران، http://daralijaz.com



الشكل (18) مستويات الإلكترونات
هذه الصورة تبين مستويات الإلكترونات وأفلاكها حول نواة الذرة

التأين:

الأيونات: من الكلمة الإغريقية أيون، والتي تعني الهجرة lons ، إذا دخل إلكترون إضافي إلى الغلاف الخارجي لأية ذرة، فسوف تحمل هذه الذرة شحنة سالبة، أي إنها تتحول إلى أيون سالب الشحنة، ومن ناحية أخرى إذا فقدت أية ذرة إلكتروناً أو أكثر، فإنها تتأين أي تتحول إلى أيون موجب الشحنة، وقد تحدث مثل هذه الحالات نتيجة لتصادمات قد تتم إما بواسطة ذرات مجاورة، وذلك في حالة الحركة الحرارية الكبيرة (تأين حراري) أو بواسطة حاملات للشحنة ذات سرعة عالية مثل جسيمات بيتا.

ومن المفيد هنا أن نشير إلى أن السبب في تماسك كثير من المركبات الكيميائية، يرجع إلى أن الغلاف الخارجي لذرة ما ينقصه إلكترون واحد كي يكتمل، بينما يوجد إلكترون واحد في الغلاف الخارجي للذرة الأخرى، ونتيجة لمثل هذا الإتحاد بين الذرات تتكون بلورات مكونة من أيونات، وعندما تذاب مثل هذه المركبات في الماء، فإنها تتأين في المحلول وتنجذب الأيونات الناتجة نحو الأقطاب المخالفة لها في الشحنة الكهربائية[45].

[45] النظائر في البحوث والإنتاج، أنور محمود عبد الواحد، ص19، الكيمياء العامة وغير العضوية، د. سامي طوبيا، ود. نظير عريان، ص88، بنية المادة، اندري فيني ، ترجمة: علي بلحاج، ص21.

الكربون[46]

هو الكربون غير المتبلور ويتم إنتاجه بجمع الهباب الناتج عن إحتراق مادة تحتوي على عنصر الكربون في قدر ضئيل من الأوكسجين اللازم لعملية الإحتراق الكامل ويستخدم الهباب الأسود في صناعة مواد الطلاء والأحبار وصناعة المطاط. ويمكن ضغط الهباب في أشكال متعددة لإستخدامه كقلب (core) في البطاريات الجافة .

والكربون سادس أكثر العناصر وفرة في الطبيعة ويوجد في الغلاف الجوي ويذوب بشكل طبيعي في الماء ويستخرج الكربون من رواسب الفحم ويستخدم كوقود للتدفئة. وتعتبر الذرة أصغر جسيم في العناصر الأساسية التي تشكل المواد الطبيعية المعروفة مثل المواد الصلبة والسائلة والغازية فكل مادة في الكون تتركب من ذرات تترابط مع بعضها البعض بروابط تساهمية وذرة الكربون في أبسط أشكالها تتركب من كتلة مركزية تسمى النواة (Nucleus) وعدد من الإلكترونات تدور في مدارات حولها والمدار الأول وهو الأقرب الى النواة يدور فية الكترونان فقط ثم المدار الذي يلية وهو الأبعد عن النواة فيدور فيه أربعة الكترونات وإن كانت طاقته ثمانية الكترونات في بعض العناصر الأخرى غير الكربون.

[46] م. جهاد سعيد يوسف، النانو للمتبدئين، مجلة تقنية النانو، العدد الثالث، 2008، ص.16