جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية / كلية التربية
قسم الفيزياء

التراكيب النانوية
دراسة مبسطة

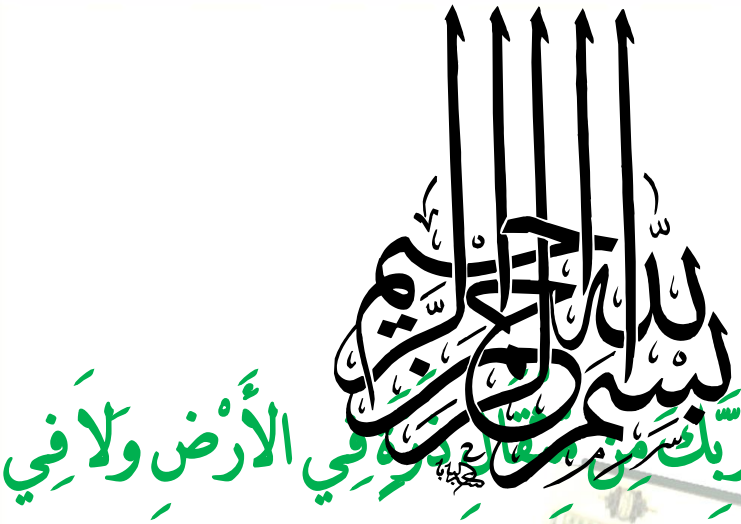
بحث تقدم به الطلاب
١-مرتضى حسين حسن
٢- مروان سلمان حسون
٣- محمد صالح عباس

الى مجلس كلية التربية كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

أشراف
م.م. جمال ناصر المبيضي

١٤٣٩ هـ

٢٠١٨ م



﴿ ... وَمَا يَعْزُبُ عَن رَّبِّكَ مِن مِّثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِن ذَٰلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُّبِينٍ ﴾

سورة يونس-الآية/(٦١)

الى اباءنا وامهاتنا (حفظهم الله):-

اباءنا

.....الذين وجهونا في مسالك الحياة

أمهاتنا

.....اللواتي سهرن على تربيتنا

شكر وامتنان

نقدم شكرنا وعرفاننا لأستاذنا (م.م جمال ناصر العبيدي) الذي كان لنا كالدليل وسط هذا الطريق الشاق فبفضله وصبره وطول اناته تمكنا من تجاوز هذا العناء اطال الله لنا في عمره ليكون لغيرنا مثل ما كان لنا .

كما نقدم شكرنا لبقية اساتذة قسم الفيزياء الذين اعانونا ووجهونا الوجهة الصحيحة فبسطوا لنا ايديهم بالعلم وفتحوا لنا مكتباتهم للإفادة منها .

كما نقدم شكرنا لجميع من ساعدنا على انجاز هذا البحث المتواضع وجزاهم الله جميعاً عنا خيراً .

فهرست المحتويات

المحتويات	الصفحة
الآية القرآنية	أ
الاهداء	ب
شكر وامتنان	ج
فهرست المحتويات	د
الفصل الاول – مقدمة الى تقنيات علم النانو	١ – ١٠
الفصل الثاني – التراكيب النانوية	١١–٢٣
الفصل الثالث – المناقشة والاستنتاجات	٢٤– ٢٥
قائمة المصادر والمراجع	٢٦–٢٧

الفصل الاول

مقدمة الى تقنيات علم النانو

١ – ١ المقدمة

النانو .و هي كلمه مشتقه من الكلمة الاغريقية ٠النانوس٠ وهي تعني القزم و يقصد ما هو صغير اما تقنية النانو هي تقنية المواد متناهية الصغر او التكنلوجيا المجهرية ٠وعلم النانو هو دراسة مبادى الاساسية للجزيئات و المركبات التي لا تتجاوز قياسها ١٠٠ نانو متر ٠ويعتمد مبدا التقنية على النقاط وال رات متناهيه الصغر لأي ماده والتلاعب بها وتحريكها من مواضعها الاصلية الى مواضع اخرى ثم دمجها مع الذرات المواد اخرى لتكوين شبكه بلورية لكي نحصل على المواد النانوية الابعاد متميزة الخواص عالية الاداء ٠

تاريخيا فانهُ في عام ١٩٧٤ اطلق الباحث الياباني نوريو تاينغوشي ٠تسمية المصطلح تقنية النانو لاول مره للتعبير عن طرق تصنيع العناصر الميكانيكية والكهربائية متنايه الصفر بدقه عالية وفي عام ١٩٧٦ استحدث الفيزياوي الفلسطيني ٠منير نايفه ٠طريقة ليزريه تسمى التاين الرنيني لكشف الذرات المنفرده وقياسها باعلى مستويات الدقه والتحكم ٠ورصد بها ذره واحدمن بين ملايين الذرات وكشف هويتها لاول مره في التاريخ ٠وتعمل هذه الطريقة على اثاره الذرات بليزر محدد اللون وتايينها ثم تحسس الشحنات الصابغه ، وفي عام ١٩٨١ اخترع الباحثان ٠جيرد بينغ ٠ و هنريك روهر ٠ جهاز المجهر النفقي الماسح وقد مكن هذا المجهر العلماء لاول مره من التعامل المباشر مع الذرات والجزئيات وتصويرها وتحريكها لتكوين جسيمات نانوية .

٢ – ١ مبادىء تمييز تقنيه النانو

هنالك العديد من المبادىء التي تميز تقنيه النانو عن التقنيات الاخرى المعروفه لدينا وهي سبب اهتمام العلماء بالوصول الى هذا الحجم النانوي فقد يخطر على ذهن الانسان ما الفائده من هذه التقنيه ولماذا نحتاج الوصول لهذا الحجم الدقيق وهذا الجدول يوضح المبادىء والفائده منها

ت	المبدء	ت	الميزة
-	امكانيه التحكم لتحريك الذرات المنفرده واعاده ترتيبها .	١-	امكانيه بناء اي ماده في الكون لان الذره هي وحده بناء لكل المواد .
-	الخصائص الفيزيائيه والكيميائيه للماده عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص لنفس الماده في الحجم الطبيعي .	٢-	اكتشاف خصائص مميزه للمواد يستفاد منها في الكثير من الاختراعات والمجالات التطبيقيه
-	تعتمد تقنية النانو على مبادىء الفيزياء والكيمياء والاحياء والهندسة والالكترونيات	٣-	.تربط العلوم وتشجع الجميع باختلاف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها
-	امكانيه التحكم بالذرات في صنع المواد والالات و تنقيتها من الشوائب و تحليلها من العيوب تعتمد على الابحاث العلمية التي تتصف بامكانيه تطبيقها في اختراعات و استخدامات مفيده	٤-	تصبح خصائص المواد الالات افضل فهي اخف واصغر واقوى واسرع واقل استهلاك للطاقه تحول الخيال العلمي الى واقع حقيقي

٣ – ١ خواص المواد النانوية

يمكن القول ان المواد النانويه هي تلك الفئه المميزه من المواد المتقدمه التي يمكن انتاجها بحيث تتراوح مقاييس ابعاده حيباتها الداخليه بين ١ نانو متر و ١٠٠نامو متر و قد ادى صغر هذه المواد الى ان تختلف صفاتها عن المواد الاكبر حجما اي اكبر من ١٠٠نانو متر

١- الخواص الميكانيكية .ترتفع قيم الصلابه للمواد الفلزيه وسبائكها وتزيد مقاومتها لمواجهه اجهادات الاحمال الواقع عليها من خلال تصغير مقاييس حبيبات الماده والتحكم في ترتيب ذراتها .

٢- درجة الانصهار .تتاثر قيم درجات حرارة انصهار الماده بتصغير ابعاد مقاييس حبيباتها مثلا درجة انصهار الذهب ١٠٦٤ درجه مئويه

٣- الخواص المغناطيسية .تعتمد قوة المغناطيس اعتمادا كليا على مقاييس ابعاد حبيبات الماده المصنوع منها المغناطيس و كلما صغر حجم الجسيمات النانوية و تزايدت مساحة اسطحها الخارجيةووجود الذرات على تلك الاسطح كلما زادت قوة المغناطيس و شدته ٠

٤- الخواص الكهربائية . ان صغر احجام حبيبات المواد النانوية يوثرا ايجابيا على خواصها الكهربائية حيث تزداد قدره المواد على توصيل التيار الكهربائي حيث تستخدم المواد النانوية في صناعة اجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الالكترونية في الاجهزة الحديثة ذات المواصفات التقنية العالية

٥-الخواص الكيميائية ٠اي انه اذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة وبنفس الحجم فان تفاعلها يزداد ٠

٤ – ١ سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية

١. حجم الجسيمات ٠ان خصائص المواد كالتوصيل واللون لا تتغير بتغير الحجم الا عندما يصل حجمها الى المقياس النانو متر فان خصائصها تتغير ٠مثلا السليكون بالحجم الطبيعي يعتبر ماده معتمة اما عندما يكون بالحجم النانو متر يشع باللون الازرق .

٢. شكل الجسيمات ٠تعتمد خصائص الجسيم النانوي على الشكل الذي يكون كروي او اوبي او سداسي اوغيرها من الاشكال ٠

٣. تراكيب الجسيمات ٠ اي نوع الذرات او الجزئيات التي يتركب منها الجسيم النانوي وعددها ٠

٤. درجة التجمع ٠ بعض الجسيمات النانوية تكون الجزئيات او الذرات فيها متباعده بعضها عن البعض الاخر اما النوع الاخر تكون الذرات والجسيمات متكتله ملاصقه بعضها بالبعض الاخر ٠

٥. التوزيع ٠ قد يكون توزيع الذرات او الجسيمات داخل الجسيم منتظما او غير منتظم او قد يكون مستقرا او غير مستقر ٠

٦. الحصر الكمي ٠ فبعض المواد تكون محصورة في بعدين فتكون حركة الالكترونات باتجاه واحد وبعض المواد تكون محصورة في بعد واحد فتكون الحركة في اتجاهين ٠

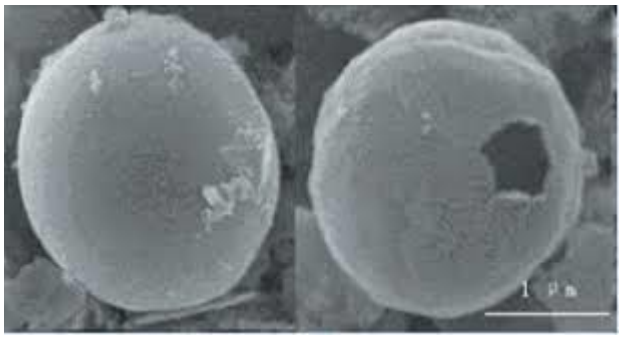
٥ – ١ اشكال المواد النانوية

١. النقاط الكمية ٠ هي تراكيب نانويه شبه موصل ثلاثي الابعاد ويتراوح بعده بين ٢ و ١٠ نانو متر وهذا يقابل ١٠-٥٠ ذرة في القطر الواحد و ١٠٠-١٠٠٠٠٠ في حجم النقطة الكمية الواحدة ٠

٢. الفولورين ٠ وهو تركيب نانوي اخر للكاربون وهو عباره عن جزء مكون من ٦٠ ذرة كاربون ويرمز له بالرمز c60 ٠ وان جزء الفولورين كروي يشبه الكرة القدم المنقطه وهو يحضر بكميات تجارية لحد الان وقد ظهرت تطبيقات مختلفه لهذه المركبات منها

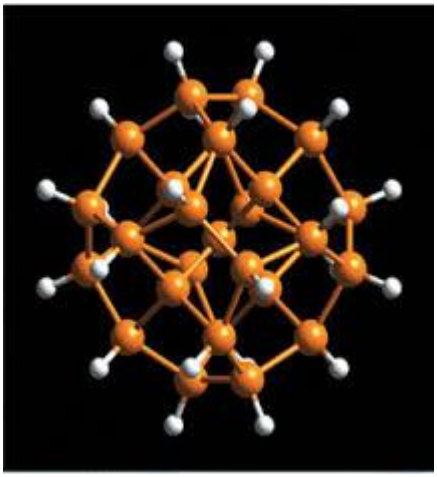
٠k3c60 , rbcs60

٣. الكرات النانوية ٠ من اهمها كرات لاكاربون لاتي تنتمي الفئة الفولورينات c60 ولكنها تختلف عنها قليلا بالتركيب حيث انها متعدده القشرة وخاوية المركز والكرات



النانوية لا يوجد على سطحها فجوات ٠

٤. الجسيمات النانوية ٠ هي عبارة عن تجمع ذري او جزيئي يتراوح عددها من بعض ذرات الى مليون ذره و تكون مرتبطه مع بعضها البعض بشكل كروي



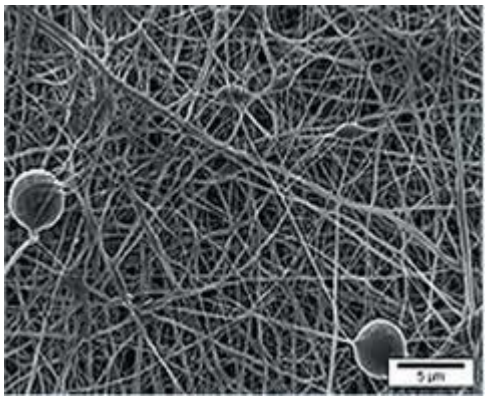
٠

٥. الانابيب النانوية ٠ عباره عن شرائح تطوى بشكل اسطواني و غالبا تكون نهاية الانبوب مفتوحه والاخرى مغلقة بشكل نصف دائره وتصنع من مواد عضوية او مواد غير عضوية وهي تتمتع بالقوة و المتانة والناقلية الكهربائية ويتراوح قطر الانبوب بين ١ نانو متر و ١٠٠نانو متر وطوله ١٠٠ ميكرو متر بشكل سلك نانوي

٠

٦. الالياف النانوية ٠ تتخذ عد اشكال منها الالياف السداسية و الحلزونية والالياف الشبيه بحية القمح وتتميز بان مساحة اسطحها الى حجمها كبيره جدا ٠ تستخدم هذه الالياف في الطب اي في زراعة الاعضاء كالمفاصل والتنام الجروح ونقل الادوية جاخل الجسم

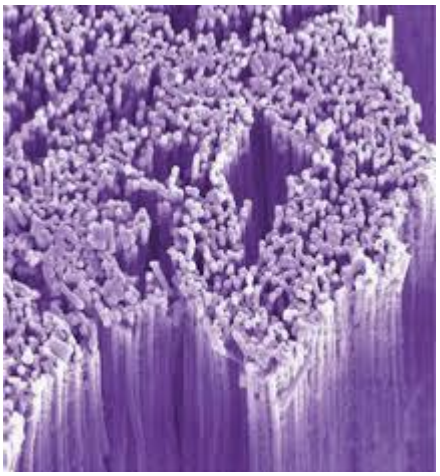
كما تستخدم في المجلات العسكرية كتقليل مقاومة الهواء



.

٧. المركبات النانوية وهي عباره عن مواد يضاف اليها جسيمات نانوية تبدي تحسنا كبيرا في خصائصها مثلا تغير في خصائص التوصيلة الكهربائية و الحرارية وقد يؤدي اضافه انواع اخرى من الجسيمات الى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربائي .

٨. الاسلاك النانوية . وهي اسلاك قد يقل قطرها عن نانو متر واحد و باطوال مختلفة وهي مواد ذات البعد الواحد . وهذه الاسلاك تحضر في المختبر بطرق عديده منها الكحت الكيميائي لسك كبير او قذف سلك كبير وغيرها وهي تتخذ اشكال متعدده حلزونية و متماثله خماسية ولها العديد من الاستخداماتمثل ربط المكونات الكاربونية داخل دائرة صغيره وبناء دوائر الكترونية وصناعة الكمبيوتر الرقمي .



٦ – ١ تطبيقات النانو تكنلوجيا في المستقبل

كما راينا فان خواص المواد النانوية متميزة ورائعة بالاستفادة من هذه الخواص يمكننا الوصول الى تصبيقات اكثر خدمة لبشرية و تسهيلا لحياتنا اليومية منها

١- صناعة الملابس ٠ يجري العمل على تصنيع الملابس تكومدن مقامة للبقع والسوائل وتحمي من اضرار الاشعة فوق البنفسجية كما انها قادره على توفير الاتصال بالانترنيت واعاده شحن الاجهزة ومراقبة الحاله الصحية لمرتديها ٠

٢- في مجال الزراعة ٠ قد نتستخدم معدات نانوية لزيادة خصوبة التربة وزيادة الانتاج الزراعي مثل الزيوليتات ذات المسافات النانوية لاطلاق جرعات فعاله من الماء و المواد المخصبة ٠

٣- في المجالات العسكرية ٠ يقوم بعض الخبراء بتطوير دبور الي بمحرك نانوي يصدر اهدافا استخبارية ويطلق النار و يتسلل الى العدو و يشوش اجهزة الاتصال ٠

٤- في مجال الاغذية ٠ يتم حاليا اجراء تجارب على استخدام النانو تكنلوجيا في انتاج مستشعرات حيوية قادرة على التقاط البكتريا الدقيقة التي تصيب الطعام وتسبب افساده ٠

٧ – ١ تطبيقات النانو تكنلوجيا

٧ – ١ – ١ تطبيقات النانو تكنلوجيا في مجال الالكترونيات

١- في مجال الترانزستورات ٠ الترانزستور هو وحده صغيرة جدا يقوم بتنظيم مرور التيار الكهربائي خلاله بمقدار غير ثابت حيث تختلف قيمته باختلاف التيار الداخل اليه وبفضل تكنلوجيا النانو تمكنت شركة انشل من مضاعفة عدد الترانزستورات المستخدمة في المعالجات وذلك من خلال تصغير ابعادها والتي وصلت الى ٩٠ نانو متر ومن المحتمل ان تصل الى ٥٠ نانو متر خلال السنوات القادمة ٠

٢- في مجال الحساسات ٠ ان تكنلوجيا النانو تقدم الدعم في مجال انتاج ما يسمى الان باسم اجهزة الاستشعار والحساسات النانوية التي تعد احد مخرجات هذه التقنية و بما ان

المواد تتمتع بخواص جيده ومواصفات عالية جدا لذا فانها تعتبر نموذجية في الاستخدام بمجال الاستشعار عن بعد ٠

٣- صناعة الشاشات ٠ تتميز هذه الشاشات المحسنه عن طريق تقنية النانو بانها توفر كثير من الطاقة التي تستهلك في تشغيلها ٠

٤- صناعة الثلاجات ٠ بالرغم من ان الحرارة المنخفضة في الثلاجات تقلل تكاثر البكتريا الا ان لا تمنعها لذا قامت شركة سامسوج للالكترونيات بتبطين الثلاجات بطبقة مجهرية من محلول نانو الفضه لمنع البكتريا ٠

٥- صناعة الغسالات ٠ كما ذكرنا اعلاه ان شركة سامسونج قامت ايضا بصناعة الغسالات وتجهيز غسالات بنظام التنضيف بالفضة ٠

٧ – ١ – ٢ تطبيقات النانو في مجال الصناعة

١- صناعة الطائرات والسيارات . تقدم تقنية النانو الكثير لتحسين الصناعة في هذا المجال مثلا تدخل في صناعة الابواب والمقاعد والدعامات ومن اهم مميزات القطع المحسنة امها صلبة وذات مرونة عالية وعلاوة على ذلك انها تكون خفيفة الوزن ٠

٢- صناعة الزجاج ٠ تدخل تقنية النانو في تحسين زجاج النوافذ بشكل خاص حيث يصبح على شفافية باستخدام نوع معين من جسيمات النانو المعروف –الزجاج النشط – حيث ان هذه الجسيمات تتفاعل مع الاشعة الفوق البنفسجية مما يسبب سقوط الرواسي والاوساخ ٠

٣- صناعة النظارات الشمسية ٠ قامت شركة sunglasses بتصنيع طلاء بلاستيكي مقاوم للخدش و الانعكاس و انتجت نظارات النانو ذات الخصائص المميزة ٠

٤- صناعة المنتجات الرياضية ٠ تستخدم تقنية النانو بشكل عام الى هدفين اولا لتقوية الادوات الرياضية وثانيا لاكسابها الخفة والمرونة ٠

٧ – ١ – ٣ تطبيقات النانو في مجال الطب

ساهم تطوير تقنية النانو على تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الامراض و تشخيصها وعلاجها واصبحنا نعيش في عصر الثقافة الطبية النانوية ومن اهم هذه التطبيقات ٠

١- الكشف عن الامراض ٠ ان الاسلاك النانوية تستخدم كمجسات حيوية نانوية وذلك لحساسيتها العالية وحجمها الصغير جدا .

٢- في علاج السرطان ٠ تستخدم الاغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية ويبلغ طول هذه الاغلفة حوالي ١٢٠ نانو متر وهي اصغر بكثير من حجم الخلية السرطانية٠

٣- في مجال الادوية والعقاقير الطبية ٠ ادخل حاليا مصطلح جديد الى علم الطب وهو النانو بيوتك البديل الجديد للمضادات الحيوية ٠

٤- في مجال العمليات الجراحية ٠ قامت شركة ٠ كورفس ٠ بصناعة روبرت صغير بحجم النانو يستخدم كمساعد للاطباء في العمليات الجراحية الخطيرة ٠ حيث يتمكن الطبيب من التحكم في الروبرت بواسطة جهاز خاص مما يساعد في انجاز العملية ٠

الفصل الثاني

الجانب النظري

التراكيب النانوية Nano Structures

٢ – ١ المقدمة

ان ميكانيكيا الكم تجلب سويةً مجموعة من النظريات الفيزيائية الخاصة بالنصف الاول من القرن العشرين سلوك المادة عند مستوى المديات المايكروية ، في مقاييس الطول من الترتيب او اقل من الوحدات الذرية وحيث تسقط وتفشل الافتراضات للميكانيك الكلاسيكي التقليدي . فمن خلال حقيقة وواقع الكموميات فانه من الممكن تحليل ، بل وربما توضيح الظاهرة ، والتي لا يمكن تبريرها بالميكانيك التقليدي الكلاسيكي وان اثبات هذه اخيراً في تنبوءات مثل هذه الحالات في غير توافق مع النتائج الاختبارية التجريبية .

تعتبر قوانين نيوتن في حركة الأجسام ومعادلات ماكسويل في الإشعاعات الكهرومغناطيسية ركنين أساسيين يقوم عليها ما يُعرف الآن بـ "الفيزياء التقليدية (الكلاسيكية) . فقد نجحت قوانين نيوتن في وصف حركة الأجسام الجهرية (أو الأجسام غير المجهرية أي ذات الأبعاد الأكبر من الذرة والجزئ، من رتبة الأجسام التي نتعامل معها في الحياة اليومية) ذات السرعات العادية التي تقل كثيراً عن سرعة الضوء كسقوط الأجسام تحت تأثير الجاذبية وحركة المقذوفات وحركة الكواكب ... إلخ. كما وجد ان معادلات ماكسويل تُعطي وصفاً دقيقاً لكثير من الظواهر المتعلقة بالإشعاعات الكهرومغناطيسية كانتشارها وحساب سرعتها ... إلخ. ولكن مع إتجاه الأبحاث في أواخر القرن التاسع عشر نحو دراسة الأجسام المجهرية (المتناهية الصغر كالجزئ والذرة والإلكترون) ... وجد أن الفيزياء التقليدية عاجزة عن وصف حركة هذه

الجسيمات وتفسير الظواهر المرتبطة بها كإشعاع الجسم الأسود والتأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون .وقد أدت هذه البحوث النظرية المكثفة التي قام بها العلماء لحل هذا الإشكال إلى إقتراح نظرية "ميكانيكا الكم" التي تختلف في فلسفتها ومفاهيمها اختلافاً جذرياً عن الفيزياء الكلاسيكية .

لقد حققت ميكانيكا الكم نجاحاً باهراً في وصف حركة الجسيمات المجهرية وتفسير الظواهر المرتبطة بها فضلاً عن إمكانية استخدامها في وصف حركة الأجسام الجهرية .وقد مثلت نظرية "ميكانيكا الكم" الدعامة الأولى لما يُعرف الآن بـ "الفيزياء الحديثة" .

٢ – ٢ اتجاهات درجات التحرر والانحباس في النظم غير القياسية (اللامترية) .

عند الاخذ بنظر الاعتبار طبقة شبه الموصل – البنية النموذجية عند المستوى النانوي – فان التقليل في البعدية يتم انتاجه بواسطة احتباس الالكترونات او (الفجوات) تقود لتأشير التغير في مواصفاتها . وفي هذا السياق فان البعدية مرتبطة بعدد درجات الحرية لعزم الالكترون .

في السلك الكمي فان الالكترون منحبس ومربوط في اتجاهين ، ومقللاً درجات الحرية الى اتجاه واحد . في النقطة الكمية فان درجات الحرية هي صفر . وعندَ الترميز بـ (D_f) لتشير لاتجاهات عدد درجة التحرر و (D_c) لتشير الى اتجاهات عدد الانحباس ، ويتم توضيح ذلك في الجدول (٢- ١) .

النظام	درجة الانحباس (D_c)	درجة التحرر (D_f)
الجرم (الكتلة)	صفر	٣
البئر الكمي	١	٢

السلك الكمي	٢	١
النقطة الكمية	٣	صفر

الجدول (٢ – ١)

اتجاهات درجات التحرر والانحباس في النظم غير القياسية (اللامترية) .

٢ – ٣ البئر الكمي Quantum well

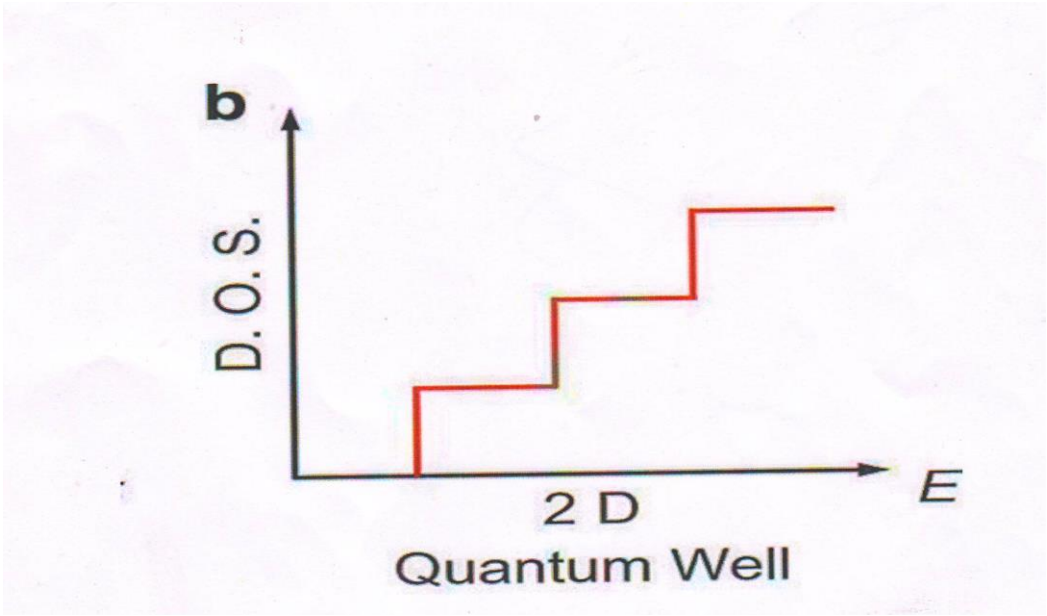
البئر الكمي هو بئر محتمل مع قيم طاقة منفصلة فقط . ولنموذج الكلاسيكي المستخدم لاثبات البئر الكمي هو حصر الجسيمات التي كانت في الاصل حرة التحرك في ثلاثة ابعاد ، الى بعدين ، من خلال ارغامها على احتلال منطقة مستوية . وتحدث اثار الحبس الكمي عندما يصبح سمك البئر الكمي مشابهاً لطلل الموجة (دي بروجلي) من الموجات الحاملة (عموماً الالكترونات والثقوب) ، مما يؤدي الى مستويات طاقة تسمى " النطاقات الفرعية للطاقة " ، أي ان الموجات الحاملة يمكن ان تكون لها قيم منفصلة للطاقة فقط .

تتشكل الابار الكمية في اشباه الموصلات من خلال وجود مادة ، مثل زرنيخيد الغاليوم ، تقع بين طبقتين من مادة ذات نطاق عريض اوسع ، مثل (زرنيخ الالمنيوم) . ويمكن للافلام المعدنية الرقيقة ان تدعم ايضاً حالات الكم الكمية ، ولا سيما الارفف المعدنية الرفيعة التي تزرع في الاسطح المعدنية واشباه الموصلات . ويقتصر الالكترون (او الثقب) على السطح البيني للمعادن الفراغية في جانب واحد ، وبصورة عامة ، بفجوة مطلقة مع ركائز اشباه الموصلات ، او بفجوة نطاق متوقعة مع ركائز معدنية .

وقد اظهرت ابار الكم نتائج واعدة لحصاد الطاقة والاجهزة الحرارية . ويزعم ان يكون من الاسهل على تلفيق وتقديم القدرة على العمل في درجة حرارة الغرفة . ويربط الابار تجويف مركزي بخزانين الكترونيين ، ويتم الاحتفاظ بالتجويف المركزي في درجة حرارة اكثر من حرارة الخزانات .و تعمل الابار كمرشحات تسمح للالكترونات لبعض الطاقات بالمرور . بشكل

عام ، زيادة الاختلافات في درجة الحرارة بينَ التجويف والخزانات تزيد من تدفق الالكترون وقوة الاخراج .

ان احد التطبيقات الممكنة هو تحويل حرارة النفايات من الدوائر الكهربائية ، على سبيل المثال . في رقائق الكمبيوتر ، والعودة الى الكهرباء ، والحد من الحاجة الى التبريد والطاقة لتشغيل رقاقة .



٤ – ٢

النقطة الكمية Quantum dot

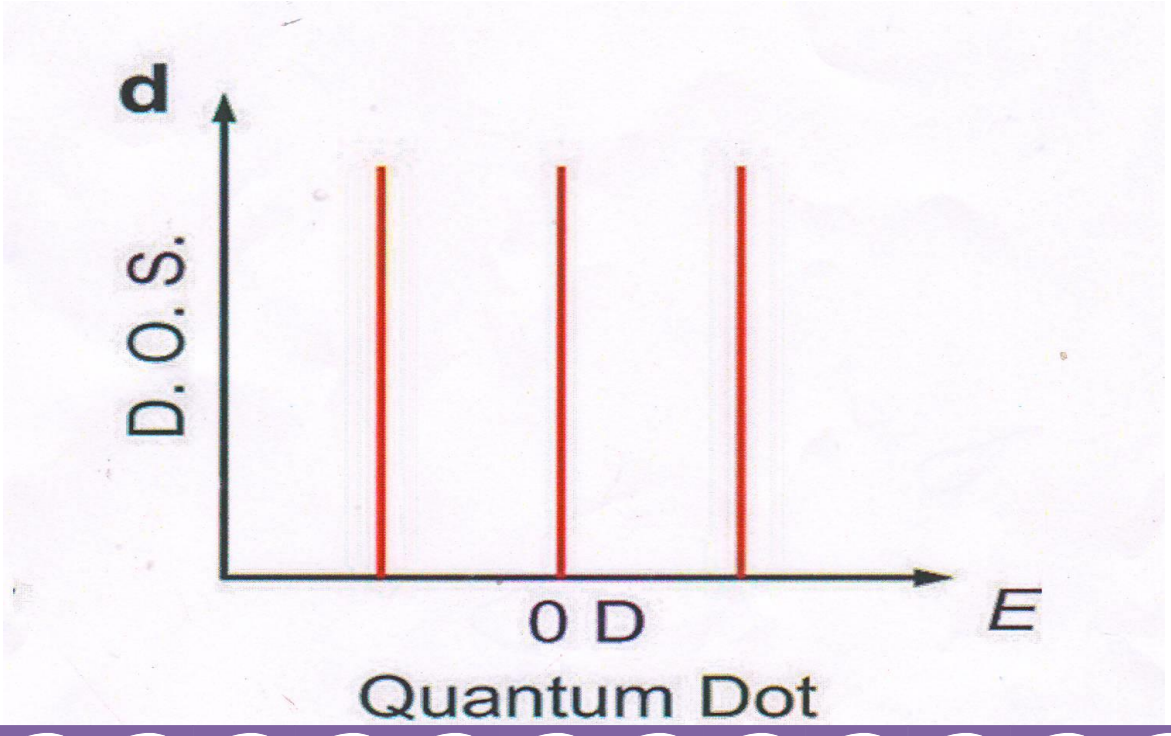
النقطة الكمية بالإنجليزية (quantum dot) : هي عبارة عن شبه موصل ، تكون أيكسيوناته محددة (مقصرة (ضمن نطاق الثلاثة أبعاد المكانية) بالأنجليزية : (spatial dimension جميعها . نتيجة لذلك ، تكون لتلك المواد خصائصاً إلكترونية تتوسط بين كتل أشباه الموصلات والجزيئات المنفصلة . اكتشفها Alexei Ekimov في مطلع الثمانينيات من القرن العشرين في مصفوفة زجاجية و كذلك اكتشافها Louis E. Brus في المحاليل الغروانية . الا ان Mark Reed هو من صاغ مصطلح " نقطة كمية " .

قام الباحثون بدراسة النقاط الكمية في كلٍ من المقاحل ، الخلايا الشمسية ، الصمامات الثنائية الباعثة للضوء ، و ثنائي الأقطاب الليزري) بالإنجليزية laser) :diode كما انهم

قاموا كذلك ببحث و استقصاء النقاط الكمية كأصباغ تستخدم في التصوير الطبي و نأمل أن يتم استخدامها (النقاط الكمية) مستقبلا في مجال الحوسبة الكمية) بالإنجليزية (كحاسوب كمي : .

وبصياغة مبسطة ، فان النقاط الكمية هي أشباه موصلات تتسم خصائصها الالكترونية بانها شديدة القرب و الارتباط بحجم وشكل البلورة المفردة . وبصورة عامة ، كلما تناقص حجم البلورة كلما تزايدت فجوة النطاق ، وكلما تزايد فرق الطاقة فيما بين اعلى نطاق تكافؤ) (وأقل نطاق توصيل) حزمة توصيل (يصبح عليه الأمر ومن ثم تكون هناك حاجة الى المزيد من الطاقة لاثارة النقطة و فب الوقت ذاته تنبعث المزيد من الطاقة عند عودة البلورة لحالتها المستقرة . فعلى سبيل المثال في سباغ تطبيقات النيون (الفلورسينت) يعادل هذا الترددات الاعلى للضوء المنبعث بعد اثارة النقطة نتيجة ان حجم البلورة يصبح اصغر ، مما يسفر عن تحول لوني في الضوء المنبعث من اللون الاحمر الى الازرقة و بالاضافة الى مثل ذلك التناغم و هناك ميزة رئيسية للنقاط الكمية تتمثل في انه بسبب القدرة العالية على الضغط المسموح بها لحجم الكريستالة النتجة ، فمن الممكن ان يكون هناك ضبط وتحكم دقيق للخصائص الانتاجية للمادة . كما انه يمكن تجميع النقاط الكمية متنوعة الاحجام ضمن غشاء نانوي متدرج متعدد الطبقات بالانجليزية

(multi – layer Nano film) . :Gradient



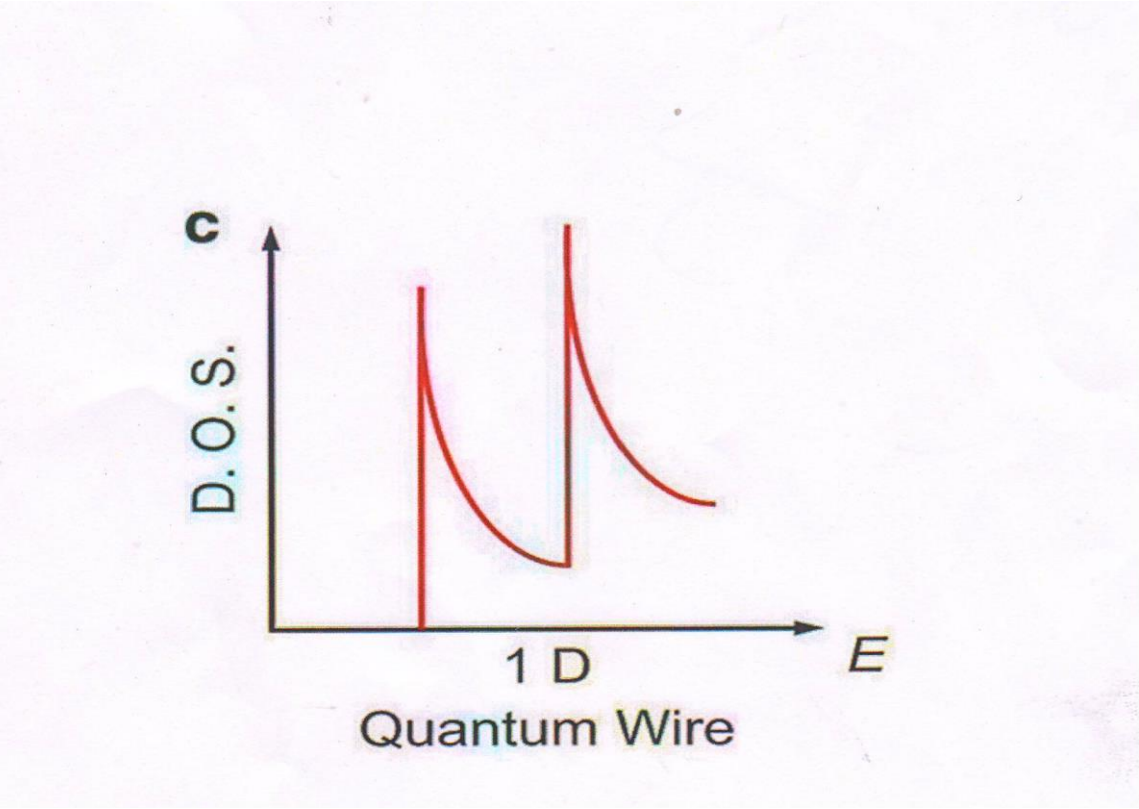
٢ – ٥ السلك الكمي Quantum wires

هي اسلاك بقطر قد يقل عن نانو متر واحد و بأطوال مختلفة ، اي بنسبة طول الى عرض تزيد عن ١٠٠٠ مرة ، لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد ، وكما هو متوقع فهي تتفوق عن الاسلاك التقليدية) ثلاثية الابعاد) ، و ذلك بسبب ان الالكترونات تكون محصورة كمياً باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة الحجمية ، هنا تتضح اهمية الذرات السطحية مقارنة بالداخلية لظهور ما يعرف بالتاثير الحافي، و بسبب خضوعها للحصر الكمي المبني على ميكانيكا الكم ، فسيكون لها توصيلية كهربية تأخذ قيماً محددة تساوي تقريباً مضاعفات المقدار ١٢,٩ كيلو اوم ١.

لا توجد الاسلاك الكمية في الطبيعة ولكنها تحضر في المختبرات ، حيث ان منها الفلزي (كالنيكل و الفضات والبلاتينيوم) ، وشبه المواصل (كالسيلكون ونترات الجاليوم والفوسفات الانديوم (والعازل (كالسيليكات و اوكسيد التيتانيوم) ، ومنها الالاك الجزئية والعضوية (DNA) ، وغير العضويات (يناظر لها كتجميعات بوليمترية) ذات القطر ٠,٩ من النانومتر و بطول يصل لمئات من المايكرو مات يمكن استخدامها ، في المستقبل القريب لربط مكونات الالكترونية الدقيقة داخل الدائرة صغيرة او عمل وصلات ثنائية p-n وكذلك بناء الدوائر الالكترونية المنطقية وقد تستخدم مستقبلا لتصنيع الكمبيوترات الرقمي ،. لذا فتطبيقاتها الالكترونية المتوقعة كثيرة جداً مما سيقود الى الحساسات الحيوانية الجزيئية النوويات .

للأسلاك النووية عدة اشكال فقد تكون حلزونية (spiral) او تكون متماثلة خماسية الشكل . وقد تكون الاسلاك النانوية عند تحضيرها على شكل أسلاك المتعلقة من طرفها العلوي

أو تكون مترسبة على سطح آخر ،ومن الطرق المستخدمة لإنتاج الأسلاك المتعلقة عمل كحث كيميائي لسلك كبير او قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية .



٢ – ٦

معادلة

الطاقة للسلك الكمي E(x) of Quantum wires

في الاسلاك النانوية هناك درجة حرية واحدة (ID system) ، فاذا كان الطول لهذا السلك على امتداد محور X ، لذا فان الجهد يمكن ان يكتب كمجموعة لجهد تقييد (انحباس) في بعدين) (2D) ، مع جهد على طول السلك وكالاتي :-

$$V(x,y,z) = V(x) + V(y,z) \ldots\ldots (1)$$

هد على طول محور السلك يساوي صفر اي ان $V_{(x)} = 0$ لذلك تصبح المعادلتين

(7) بالشكل

$\Psi(x,y$

$$\frac{-h^2}{2m^*}\frac{d^2\Psi(x)}{dx^2} = E(x)\Psi(x) \ldots\ldots (8)$$

$\therefore S.E$

$$\frac{-h^2}{2m^*}\left[\frac{d^2\Psi(y,z)}{dx^2} + \frac{d^2\Psi(y,z)}{dz^2}\right] + V(y,z)\Psi(y,z) = E(y,z)\Psi(y,z) \ldots\ldots (9)$$

$\frac{h^{-2}}{2m}\left(\frac{d}{dx}\right.$

ادلة (8) تحقق بموجبه مستوية في الشكل :

$=[E(x)$

$$\Psi(x) = e^{iK_x X} \ldots\ldots\ldots (10)$$

Form which

E=E(x)

$$E(x) = \frac{h^2 K_x^2}{2m^*} \quad (dispersion\ relahion) \quad \ldots\ldots (11)$$

دلة رقم (9) هي معادلة شرونكر للجهد التقيدي 2D والمميزة للسلك الكمي Qws

$\frac{h^{-2}}{2m}\left(\frac{d^2}{dx^2}\right.$

حالة الجسيم في بعد واحد 1D لذا فأنه فأن الجهد خارج السلك $V=\infty$ وحاصله

$=[E(x)$

ادلة شرونكر S.E لهذا تكون معرفة فقط داخل السلك ولحركة في بعدين (مقيدة

دلة

في (y ,Z ، لذا فأن معادلة (9) تصبح بالشكل بعد كتابة دالة الموجة

$$\Psi(y,z) = \Psi(y)\Psi(z) \ldots\ldots (12)$$

$\frac{h^2}{2m^*}\Psi($

بعد الطاقة الى مركبتين

$\frac{h^2}{2m^*}\left[\Psi(x\right.$

$$\therefore \frac{-h^2}{2m^*}\frac{d^2\Psi(y)}{dy^2} = E(y)\Psi(y) \ldots\ldots (13)$$

$$\frac{-h^2}{2m^*}\frac{d^2\Psi(z)}{dz^2} = E(z)\Psi(z) \ldots\ldots (14)$$

$$\psi(y)=\sqrt{\frac{2}{Ly}}.\sin\left(\frac{n_y\pi}{L_y}y\right) \quad \text{.....(15)}$$

$$\psi(Z)=\sqrt{\frac{2}{Lz}}.\sin\left(\frac{n_z\pi}{L_z}Z\right) \quad \text{.....(16)}$$

ومن المعادلات اعلاه نحصل على معادلة الطاقة الكلية وكالاتي

$$E_{(y,z)}=E_{(y)}+E_{(z)}$$

$$=\frac{\eta^2\pi^2}{2m^*}\left(\frac{n^2y}{L^2y}+\frac{n^2z}{L^2z}\right) \quad \text{.....(17)}$$

وهذه هي معادلة الطاقة الكلية حسب التقييد الكمي .

٢ – ٦ معادلة كثافة الحالة للسلك الكمي f energy of Quantum wires

$$f_{energy} = \frac{df}{dE} = \left(\frac{df}{dk}\right)\left(\frac{dk}{dE}\right)$$

$$= \left(\frac{2}{\pi}\right) \left(\frac{2m^*}{h^2}\right)^{\frac{1}{2}} . \frac{1}{2} E^{\frac{1}{2}}$$

$$f_{energy} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2m^*}{h^2}} \quad \frac{1}{\sqrt{E}}$$

N تمثل عدد خلايا الوحدة unit cel

a وحدة (اصغر مسافة للناقل الذري)

$$at n_2 \neq 0$$

$$\therefore N_2 = \frac{V_{ine}}{V_{stat}} = \frac{L_K}{L_{stale}} = \frac{2k}{\frac{2\pi}{L_2}} = \frac{KL_2}{\pi} \ldots\ldots\ldots (5)$$

$$N_2 = 2Ni = \frac{2k}{\pi} L_2 \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

عدد المستويات الكلي المؤثرة كحاملات الشحنة

ومن تعريف الكتلة التي هي عدد المستويات لوحدة الطول لمحتويات البروم

$$P = \frac{N_2}{L_2} = \frac{2K}{\pi} = \frac{2}{\pi} \left(\frac{2m^*}{h^2}\right)^{\frac{1}{2}} E^{\frac{1}{2}}$$

$$E = \frac{K^2}{2m} \rightarrow K = \left(\frac{2m^*}{h^2}\right)^{\frac{1}{2}} E^{\frac{1}{2}}$$