جامعة قاصدي مرباح –ورقلة–

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة ماسترأكاديمي

اختصاص: فيزياء اشعاعية

من إعداد الطالبة: صندالي حدي

الموضوع

دراسة خصائص أشعة الليزر الناتجة عن الذرات الاصطناعية

تناقش يوم: 2019/06/26

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

شهرة ثورية	أستاذة محاضر أ جامعة ورقلة	رئيسا
بن كريمة يمينة	أستاذة محاضرة ب بالمدرسة العليا للاساتذة ورقلة	مناقشا
بن مبروك لزهر	أستاذ محاضر أ جامعة ورقلة	مشرفا
بلعكروم كريمة	أستاذة محاضر أ جامعة ورقلة	مساعد مشرف

الموسم الجامعي : 2019/2018

الإهداء

بسم الله نبدأ كلامي ..... الذي بفضله وصلت لمقامي هذا والشكر

الشكر على ما أتاني إهدي

هذا العمل للوالدين الكريمين ، وإخوتي ،

وأخواتي على دعمهم لي ، وكل عائلتي

وإهدي ثمرة هذا المجهود البسيط

الى كل من تجمعني صلة الرحم والصداقة

والى كل من ساندني في إنجاز

هذا العمل

والأستاذ المشرف لزهر بن مبروك .

شكر وتقدير

نحمد الله ونشكره ، على توفيقنا إلى

مساعيناإليه، كما نتقدم بالشكر الجزيل إلى كل

من أمد لنا يد العون والمساعدة ، ونسأل الله

عز وجل أن يبارك لنا في عملنا هذا ، وأن يكون خير مساعد لكل من يطلب

العلم والمعرفة .

بداية نقدم بالشكر الجزيل للأستاذ الفاضل بن مبروك لزهر الذي وافق

التاطير والإشراف على إنجاز هذه المذكرة ، وعلى كل المعلومات

والتوجيهات الذي تفضل بها من أجل إتمام هذا العمل . كما نتقدم بالشكر

لمساعدة التاطيرالإستاذة بلعكروم كريمة وإلى أعضاء لجنة المناقشة:

د_ شهرة ثرية

د_ بن كريمة يمينة

وكل أساتذة كلية الرياضيات وعلوم المادة

الفهرس

الإهداء I

شكر وتقدير.....II

فهرس الاشكال.....VI

فهرس الجداول.....VIII

الترميز..... IX

مقدمة عامة.....1

الفصل الأول: عموميات حول الليزر وتطبيقاته

مقدمة..... 4

I.1- نبذة تاريخية.....4

I.2 - تعريف الليزر.....5

I.3- أنواع الليزر 5

I.3-1 ليزر الحالة الصلبة 5

I.3-2 ليزر الحالةالغازية.....7

I.3-3 ليزر الحالةالسائلة.....8

I. 3-4 ليزر شبه موصل 8

I.3-5 ليزرالاكسايمر.....8

I.4 - خصائص أشعة الليزر 9

I.5 - تفاعل المادة مع الإشعاع الكهرومغناطيسي 10

I.5-1 إمتصاص الضوء 11

I.5-2 الإصدار التلقائي 11

I.5 -3 الإصدار المستحث 12

I.6 - جهاز الليزر 12

I.7- النظرية الأولية في تضخيم الضوء 14

I.8 -آلية الضخ الضوئية..... 14

I.8 -1 نظام ذو ثلاث مستويات 15

I.8 -2 نظام ذو أربعةمستويات..... 16

I.9-تطبيقات أشعة الليزر..... 17

خاتمة 17

الفصل الثاني : تكنولوجيا النانو

مقدمة 19

II.1- نبذة تاريخية 19

II.2- تعريف النانو.....22

II.3-مبادئ تميز تقنية النانو..... 22

II.4-خواص المواد النانوية 23

II.4 -1 خواص الجسيمات النانوية 23

II.4 -2سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية 24

II.5-تصنيف المواد النانوية 25

II.6-أشكال المواد النانوية 26

II.6-1 النقاط الكمية 26
II.6 -2الفلولرين..... 27
II.6 -3 الكرات النانوية..... 28
II.6 -4 الجسيمات النانوية..... 28
II.6 -5 الأنابيب النانوية..... 29
II.6 -6 الألياف النانوية..... 30
II.6 -7 المركبات النانوية..... 31
II.6 -8 الأسلاك النانوية..... 31
II.7- تطبيقات النانو تكنولوجيا..... 32
الخاتمة 33

الفصل الثالث : دراسة إنتاج الليزر بالاعتماد على الذرات الاصطناعية

مقدمة 35
III.1- تعريف النقاط الكمية..... 35
III.2- مميزات النقاط الكمية (الذرات الإصطناعية)..... 36
III.3- تحديد طاقة الليزر المطلوبة 36
III.4-الفولرين 37
III.4 -1 تعريف الفولرين 37
III.4 -2 خصائص الفولرين..... 37
III.5- ضبط مستويات الطاقة..... 39
III.6- الموجة الليزرية للنقاط الكمية 41
خاتمة عامة 45
المراجع 46
الملخص 48

فهرس الأشكال

عنوان الشكل	رقم الشكل
الفصل الأول:عموميات حول الليزر وتطبيقاته	
(ا . 1) توليد الليزر باستخدام بلورة	6
(ا . 2) عملية الضخ بإستخدام تفريغ كهربائي.....	7
(ا . 3) الليزر الشبه موصل	9
(ا . 4) مبدأالامتصاص	11
(ا . 5) الإصدارالتلقائي.....	12
(ا . 6)الإصدار المستحث.....	12
(ا . 7) مخطط التجويف الرنيني.....	14
(ا . 8) نظام ذو ثلاثة مستويات	16
(ا . 9) نظام ذو أربعة مستويات.....	17
الفصل الثاني :تكنولوجيا النانو	
(II . 1) السيف الدمشقي.....	20
(II . 2) المجهر النفقي الماسح	21
(II . 3) الكتابة بالذرات (أصغر خط في التاريخ..).....	22
(II . 4) أنواع الحصر الكمي.....	25
(II . 5) النقاط الكمية.....	27
(II . 6) الفولولرين.....	27
(II . 7) الكرات النانوية.....	28
(II . 8) الجسيمات النانوية	29
(II . 9) الأنابيب النانوية.....	30
(2. 10) الألياف النانوية.....	30
(2. 11) الأسلاك النانوية.....	32

الفصل الثالث : دراسة إنتاج الليزر بالإعتماد على الذرات الإصطناعية	
(III . 1) التزايد في الإهتمام بالنقاط الكمية	35
(III . 2) شكل يوضح أحجام وألوان النقاط الكمية	35
(III . 3)كثافة حالات الطاقة ومستوياتها في الأبعادالأربعة a– نصف ناقل (ناقل كتلي) b–بئر كمومي c– خط كمومي d– نقطة كمية.....	36
(III . 4)بنية الفولرين.....	37
(III . 5)مستويات الطاقة بالنقاط الكمية	39
(III . 6)عملية إنتاج ليزر بذرة إصطناعية	41
(III . 7)الإشارة الليزرية الناتجة عن النقطة الكمية	43
(III . 8)تأثير درجة الحرارة على الإشارة الليزرية	43
(III. 9)تأثير أبعاد النقاط الكمية على الإشارة الليزرية	44

فهرس الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
(ا-1)	جدول يوضح بعض أنواع الليزر والطول الموجي لإشعاع الليزر	(9)
(II -1)	جدول يوضح مبادئ ومميزات تقنية النانو	(23)
(III-1)	جدول يوضح خصائص البنيوية للفولورين	(37)

ترميز

ثابت بلانك	$h_{(J.s)}$ /$_{(ev.s)}$
التواتر	$\upsilon_{(HZ)}$
سماحية الفراغ	$\varepsilon 0_{(F/m)}$
سرعة الضوء	$C_{(m/s)}$
كتلةالإلكترون	$Me_{(kg)}$
شحنة الإلكترون	q (c)
الكتلة الفعالة للإلكتروبالنقطة الكمية	m_e *(kg)
الكتلة الفعالة للفجوة بالنقطة الكمية	m_h*(kg)
ثابت الفراغ	$\varepsilon_{(F/m)}$
قيمة فجوة الطاقة	$Eg_{(ev)}$

مقدمة عامة

المقدمة العامة:

إن من أهم العلوم التي نالت نصيبا كبيرا من التطورات وإكتشافات العصر، هي علم الفيزياء بكافة فروعه وخصوصا مايهتم بالالكترونيات الضوئية ، فقد حاول العلماء الوصول إلى كفاءات كهربائية وضوئية عالية مستخدمين كافة الطرق الممكنة ،سواء في التغير المواد المستخدم أوتغيير أحجام هذه المواد ،وتعتبر أشباه الموصلات أهم المواد التي أثبتت كفائتهافي هذا المجال، فهي حجر الأساس في الصناعات الإلكترونية لما تظهره من موصلية كهربائية مميزة ،وما لها من تطبيقات هامة مثل: ديودات والإشعاع الضوئي والترانزستورات والحاسبات الشخصية .....الخ ،وقد مر حجم شبه الموصل المستخدم في الصناعة الإلكترونية بمراحل عدة تهدف جميعا إلى تصغير حجمه وزياد كفائته ،وإستخدمت أشباه الموصلات بصورتها الحجمية العادية ثم إستخدمت في صورة شرائح دقيقة تقاس ببعاد ميكرومترية ونانومترية وثبتت فعاليتها وكفائتها وأفضليتها على أشباه الموصلات في صورتها الحجمية و حاليا تم تصغير حجم أشباه الموصلات إلى حدود10نانومتر وسمي هذا النوع بالنقاط الكمية[7] وهي عبار عن شكل من أشكال المواد النانوية مثل الفلورين ذلك الجزئ المكون من 60ذرة كربون إكتشف عام 1985م سميت بالفلورين نسب للمخترع المعماري (بكمنستر فولر) تشبه في مظهرها كرة القدم .

فهل من الممكن أن تستغل هذه النقاط الكمية في عملية إنتاج الليزر بطاقة محددة؟

تعد أشعة الليزر من الإنجازات الكبرى في النصف الثاني من القرن العشرين ،حيث بدا الإكتشاف عام 1917م ، عندما بين البرت أينشتاين وجود عملية الإنبعاث المستحث .وكانت هذه بداية لإثبات وجود نوع جديد من الإشعاع المنبعث .

في مطلع الخمسينات ، عملت مجموعة في جامعة كولومبا U.S.A، برئاسة Townesجهاز الموجات الدقيقة (Microwaves)هذا الجهاز سمي الميزر(MASER).وفي عام 1958نشر Townes و Arthur L.Schawlowمقالة مهمة ناقشا فيها توسع تقنية الميزر في المنطقة البصرية من الطيف الكهرومغناطيسي والتي أشارت إلى بداية عصر كان غنيا بالمنافسة لعمل البحوث المتعلقة بالمواد الليزرية وعملية الإثارة .لم يكمل العالمان إبتكار الليزرات لعدم مقدرتهم على إيجاد المادة الفعال ووسائط الإثارة المناسبة لحدوث الانعكاس السكاني [11].

بحلول عام 1960م تم تصميم أول جهاز T.H.Maimanفي مختبرات بحوث هيوز،وكان هذا الليزر يتكون من ساق من الياقوت تضخ بضوء صادر عن مصابيح (flashamp)،وفي غضون ستة أشهر أعلنا الباحثJavanAliعن نجاح تشغيل الليزر خليط من غاز الهليوم –نيون ،ويوجد حاليا المئات من الأوساط الليزرية[11].

سنقوم خلال هذا العمل باقتراح نموذج لذرة إصطناعية موجهة لإنتاج ليزر ذو طاقة عالية تمكننا من تفكيك ذرات الفلورين (الكربون60) المنتج بتكنولوجيا النانو.

سوف يكون عملنا في هذه المذكرة مقسم إلى ثلاثة فصول وهي على النحو التالي :

- ✓ الفصل الاول سنقدم فكرة عامة تتمثل في عموميات حول الليزر وتطبيقاته(التضخيم الضوئي ، أشعة الليزر، أنواع الليزر ، تطبيقاته .....)
- ✓ الفصل الثاني سنقدم فكرة عامة عن تكنولوجيا النانو (تعريف،تقنيات،أشكال المواد ، تطبيقات ...)
- ✓ الفصل الثالث سنتناول دراسة إنتاج الليزر بالإعتماد على الذرات الإصطناعية.

وسنختم عملنا هذا بخاتمة عامة وأفاق مستقبلية.

الفصل الاول

مقدمة:

الليزر هو عبارة عن إنبعاث الفوتونات من الذرات ورغم وجود العديد من أنواع الليزر إلا أن الفكرة في تكوينهم هي نفسها تتم بإستحاثة الذراة على إطلاق كميات كبيرة من الفوتونات فمن المهم أن تكون لديك كمية كبيرة من الذرات في نفس الوضع و في نفس الوقت حتى يعمل الليزر بكفاءة وإذا كانت هناك ذرتين أو أكثر فيها الإلكترونات تتخطى المستوي الأرضي بمستويين أو ثلاثة يمكن أن يزيد التشوهات في شعاع الليزر.

كل مادة لها نفس نوع من الذرات وكل ذرة تطلق الكتروناتها فوتونات بطول موجي معين هذا في حالة الذرات العادية ماذا لوكانت ذرات إصطناعية كيف سيتم إنتاج لليزر بواسطة ذرات إصطناعية ؟

سنقدم في هذا الفصل فكرة عامة عن الليزر وتطبيقاته.

I.1-نبذة تاريخية:

وفي7جويلية 1960م ومن مختبرات بحوث هيوز إطلق أول شعاع ليزر في العالم من جهاز الذي صممه العالم مايمان حيث إستخدم بلورة الياقوت الصلبة كوسط فعال وإستنتج أن الياقوت مادة فعالة مكبرة عند الطول الموجي 6940انجيستروم. واستخدم مايمان مصابيح ومضيه من الزينون للضخ البصير لجعل ايونات الكروميوم في حالة تهيج وبالتالي للحصول على شعاع الليزر .وقبل نهاية عام 1960 م تمكن العالم جافان وجماعته في مختبرات وبيل من إنجاز وتشغيل ليزر الهليوم -نيون (He-Ne)الغازي.

أما ليزرات أشباه الموصلات فقد نشأت عام 1962م ولحقها إبتكار ليزرات سائلة وكيماوية أوائل عام 1963م

ومن الجدير بالذكر أن الليزرات في بدء نشوئها كانت تسمى بالميزرات البصرية في الكتب والبحوث الأولى لهذا الموضوع لكن سرعان ما حل محلها كلمة الليزر والتي تبدو عديمة المعنى في اللغة العربية لذلك يمكن الرجوع إلى الكلمة الانجليزية Laser ومقتبسة من الحروف الأولى لكلمات العبارة التالية:

Light-Amplification-by-simulated-Esmission-of-Radiation.

والتي " تعني تضخيم الضوء باستخدام الانبعاث المحفز للإشعاع"[1] .

I.2-تعريف الليزر(LASER) :

عبارة عن حزمة ضوئية أو شعاع كهرومغناطيسي بحيث تكون الفوتونات متساوية في التردد ومتطابقة الطول الموجي بحيث تحدث ظاهرة التداخل بين موجاتها لتتحول إلى بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية وشديدة التماسك زمنيا ومكانياو زاوية إنفراج صغيرة جدا وهو مالم يمكن تحقيقه بإستخدام تقنيات أخرى غير تحفيز الإشعاع كذلك هي أشعةأحادية اللون كمالها قدرة ضوئية هائلة ولكي نحصل على هذا النوع من الضوء بإستعمال تقنية الضخ.

I.3-أنواع الليزر:

يصنف اليزر تبع لنوع مادة الوسط الفعال الموجود فيها ، وكبر القدرة الناتجة عنها مثل (ليزر أكسيدالكربون)الذي يعتبر من أخطر أنواع الليزر بسبب قدرته العالية التي تصل إلى عشرات الكيلوواط حيث تم تسميته بأشعة الموت ،فهو يستخدم لقطع المعادن وكذلك في التطبيقات الصناعية المختلفة كما توجد أنواع أخرى من الليزر ضعيفة جدا مثل تلك التي تستخدم في الحياة اليومية في مؤشرات وهذه عادة تكون ليزر ثنائي الوصلة.

وفيما يلي أهم أنواع الليزر[13]:

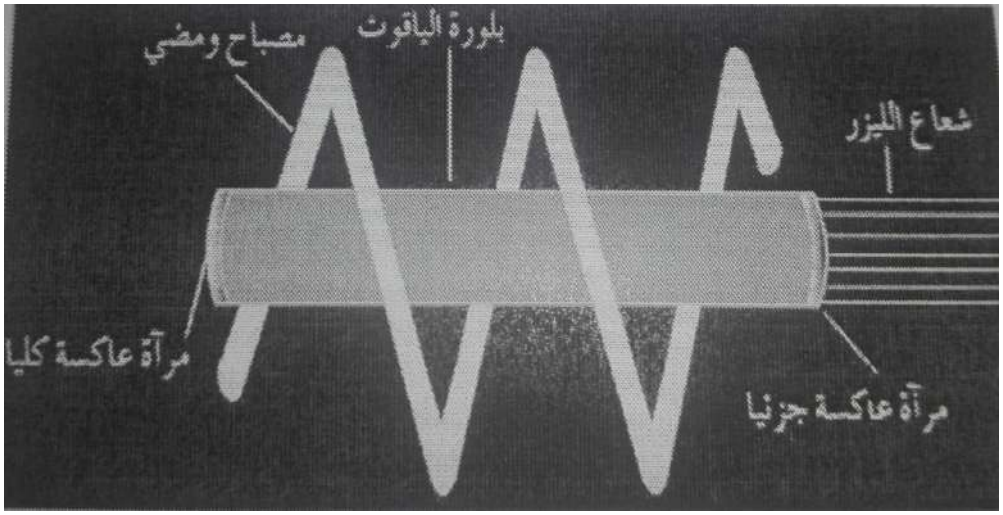
I.3.1- ليزر الحالة الصلبة (Solid-state lasar):

وفي هذه الحالة تتوزع مادة الليزر في مصفوفة صلبة مثل ليزر الياقوت (Ruby laser)وليزر النيوديميوم–ياج (neodymium-Yag)[2]

- **ليزر الياقوت:**صنع أول جهاز ليزر بنجاح في عام 1960م وكان ليزر الياقوت.

والياقوت بلورة لونها أحمر تتكون من أوكسيدالألمونيوم ($Al_2 O_3$)المطعمة بايونات الكروم الثلاثية (Cr^{+}_3) وتكون أيونات الكروم هي المسئولة عن توليد مستويات طاقة جديدة داخل التركيب البلوري وتكون مؤثرة أيضا في عمليات الانتقال المصحوبة بتوليد الليزر[2].

ويتم في أنبوب توليد استخدام بلورة بشكل اسطوانة وتقطع نهايتيها المتقابلتين وتطليان بالفضة ليتكون مرآتان من نفس المادة وتشكل هاتين النهايتين مرآتين أحداهما عاكسة كليا ولأخرى عاكسة جزيئا[2].



الشكل(ا-1):توليد الليزر استخدام بلورة[2]

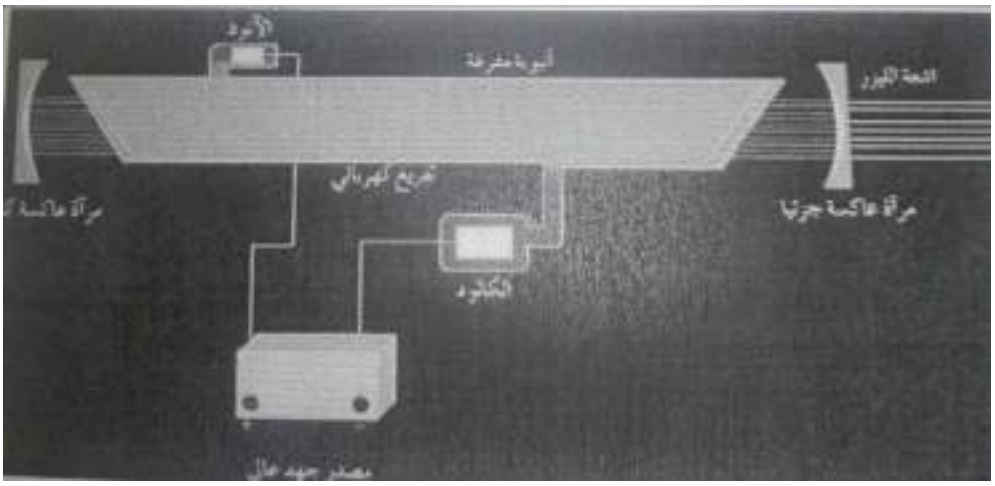
ويستخدم مصباح ومضي لولبي ليحيط بالياقوت ،وعندما يبعث المصباح ومضة عالية الشدة فإن ايونات الكروم تمتص الضوء الصادر ويرتفع عدد كبير من هذه الايونات إلى مستوى الطاقة العليا .عند هبوطها إلى مستوى الحالة شبه المستقرة يتحقق شرط التوزيع المعكوس ويتولد شعاع الليزر عند هبوطها إلى مستوى الطاقة الأول(Ground state) تكون أشعة الليزر الناتجة هنا ذات لون الاحمر طولها الموجي694نانومتر[2].

- **ليزر النيوديميوم–ياج:** يعد هذا الليزر من أهم أنواع الليزر الموجودة حاليا،ويتفوق على الليزر الياقوت بكثير من المزايا كلمة الياج هي مختصر لمادة بلورية هي (Yttrium Aluminm)($Y_3Al_5Q_2$)Garentوتطعم هذه البلورة بايوناتالنيوديميوم($Nd^{+}{}_3$)بنسبة 2,5%حيث تحل هذه البلورة محل ايونات الاتريوم الموجودة في الياج[2].

➢ 2.3.I ليزر الحالة الغازية (Gas lasers) :

من أنواع هذا الليزر الهليوم –نيون (HeliumNeon laser)-وليزر ثاني أوكسيد الكربون (Co_2)

➢ **ليزر الهليوم _نيون**:ويتكون الوسط الليزر هنا من خليط من غاز النيون وغاز الهليوم 1/10 .ويوضع الخليط في أنبوبة مفرغة .



الشكل (I –2):عملية الضخ بإستخدام تفريغ كهربائي[2]

تتم العملية بإستخدام عملية تفريغ كهربائي (فرق جهد عال يسلط بين الكاتود والانود)،وتقوم الالكترونات الناتجة عن مرور التيار بواسطة التفريغ الكهربائي بالتصادم مع ذرات الهليوم حيث تنقلها إلى مستويات طاقة العليا،ثم بتصادم ذرات الهليوم مع ذرات النيون والتي تنتقل بدورها من مستوى الطاقةالاولي الى مستوى طاقة أعلىE_3.

وبهذا يتم تحقيق التوزيع المعكوس لذرات النيون.وعندئذ يحدث الإنبعاث المستثار إلى الطاقة (E_3)لذرة النيون لتنتقل الذرة إلى مستوى (E_2)باعثة حزمة الليزر المنخفضة جدا،تتعدى أعلى قدرة له (50 mW).لكن إستخداماته واسعة جدا بسبب طوله الموجي المرئي وإنفراجيته الصغيرة [2].

➢ **ليزر اكيسد الكربون (Co_2_laser)**:

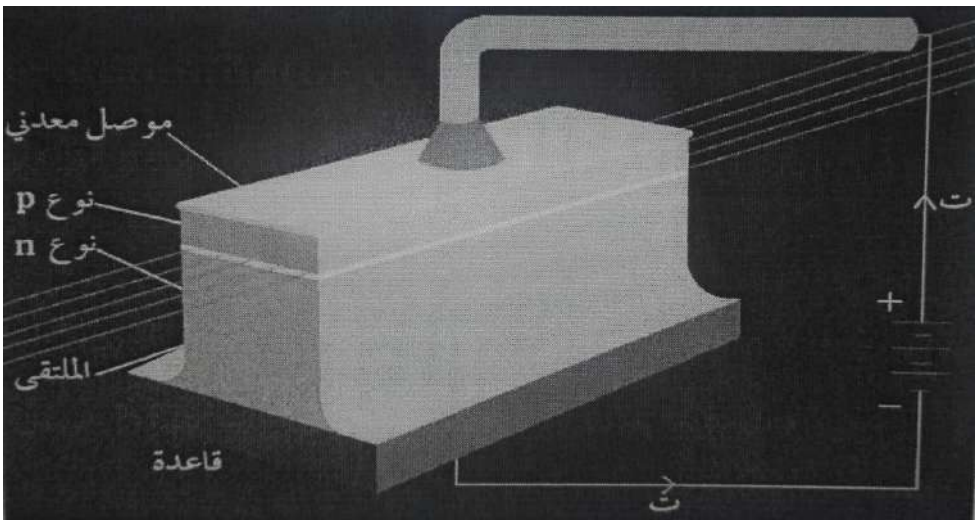
يعتبر ليزر ثاني أوكسيد الكربون من أهم أنواع الليزر،بسبب كفاءته العالية التي تبلغ 30% وكبر القدرة الناتجة عنه بسبب إن هذا الليزر يصدر إشعاعا في منطقة الأشعة تحت الحمراء ومنطقة الميكروويف .بسبب الحرارة العالية الصادرة عن هذا الليزر فإنه يصهر كل شيء يعترضه[2].

I.3.3 ليزر الحالة السائلة (Dye-laser):

وتستخدم هذه الليزر بعض الصبغات العضوية المعقدة ،مثل إستخدام الرودمين (Rhodamine G6)في محلول سائل كوسط لليزر ،وتتميز هذه الليزر بأنها يمكن الحصول منها على مدى واسع من الأطوال الموجية [2].

I.4.3 الليزر شبه الموصل (Semiconductor or diod-laser):

يختلف الليزر شبه الموصل عن ليزر الحالة الصلبة في طريقة تمثيل مستويات الطاقة وبالتالي ميكانيكية الضخ وعملية الانبعاث الضوئي ، حيث يحتوي ليزر شبه الموصل على حزم عريضة من مستويات الطاقة بدلا من مستويات المفردة التي تحدث بينها الانتقالات التي تشارك في عملية إنبعاث الليزر .وكل حزمة من هذه الحزم تحتوي على عدد كبير من مستويات الطاقة المتقاربة والتي لاتقترن وجودها بذرات معينة وإنما تشترك فيها المادة البلورية كلها .إن ليزر شبه الموصل عبارة عن وصلة ثنائية (P-N junction)وأكثرأنواعه شيوعا هو زرنخيد الجاليوم (Ga As)إشعاع الليزر يبعثه يقع في منطقة تحت الحمراء وهو ضوء غير مرئي [2].



الشكل(I -3) :الليزر شبه موصل[2]

I.5.3 ليزرالاكسايمر (Excimer lasers):

والاسم بالإنجليزية مشتق من excited(المثارة) و (dimmers)الضوء القصير المدى ،ويستخدم هذا النوع خليط من الغازات غير خاملة مثل الكلور والفلور ،وغازات خاملة مثل الارجون ، الكربتون ، والزينون ،وبإستخدام التفريغ

الكهربائي يمكن إنتاج جزيء وهمي يصدر ضوء أقصير المدى ويكون الطول الموجي المميز له في منطقة الضوء فوق البنفسجي [2].

والجدول التالي يوضح بعض أنواع الليزر والطول ألموجي لشعاع الليزر الناتج:

الجدول (ا-1):بعض أنواع الليزر والطول الموجي لشعاع الليزر[2]

نوع الليزر	منطقة الإشعاع	الطول الموجي(nm)
اجون-فلور	فوق البنفسجية	193
كربتون-فلور	فوق البنفسجية	248
النيتروجين	فوق البنفسجية	337
الارجون	الأزرق	448
الارجون	الأخضر	514
الهيليوم-نيون	الأخضر	542
الهيليوم- نيون	الأحمر	733
الرودمينG6	متغير	650-570
نوديميومياج	تحت الحمراء القريبة	1064
ثاني أكسيد الكربون	تحت الحمراء البعيدة	10600

ا.4-خصائص أشعةالليزر:

بما أن الليزر عبارة عن أشعة ضوئية مركزة فهو كذلك يخضع لقوانين الضوء من حيث الإنعكاس، الإنكسار والإنحراف بواسطة المرايا والعدسات والمناشير الزجاجية[2] .

فأهم الخصائص التي تتميز بها أشعة الليزر عن الأشعة الضوئية هي:

- ✓ **أحاديةاللون**:يكون الضوء الناتج من الليزر أحاديا للون،بينما الضوء الأبيض الناتج عن الشمس يتكون من ألوان الطيف المرئية ،ويوجد حاليا أنواع من الليزر تنتج جميع الألوان الطيفية المرئية منها وغير المرئية ، مثل الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية[2].
- ✓ **شدة الشعاع** : شدة الشعاع عالية ومركزة في حزمة ذات قطر ضيق لايتجاوز (1mm)وعند استخدام البصريات الملائمة يكمن تعريضها وفق الحاجة [2].

✓ **النقاء الطيفي** :فشعاع الليزر حزمة ضوئية غاية في النقاء من ناحية الطول الموجي فأشعة الضوء المنبعثة من المصادر الضوئية العادية كالنيون وهي ماتستخدم في الإنارة هذه الأشعة على الرغم من وصفها بأنها وحيدة الطول الموجي ،إلانها في الواقع تحتوي على أطوال موجية أخرى حول الطول الموجي الرئيس ،أي أن الاتساع الطيفي لشعاع الليزر ضئيل مقارنة بالمصادر العادية للضوء ولهذا فإنه غاية في النقاء من الناحية الطول الموجي و التردد[2] .

✓ **تركيز الأشعة** :شعاع الليزر عبارة عن حزمة ضوئية رفيعة جدا،أي أن زاوية انفراجها صغيرة جدا وتسير هذه الأشعة في خطوط مستقيمة،اقرب ماتكون إلى التوازي ،يصاحب عدم انفراج الأشعة بريق شديد ،ضار بالعين إذاما استقبلتة مباشرة ،بينما مصادر الضوء الأخرى تشع ضوءها في جميع الاتجاهات ، وهذا يعني أن حزمة الليزر لا تفقد شدتها الابطئ شديد[2].

✓ **ترابط وتماسك فوتونات الأشعة** :من خصائص المهمة لأشعة الليزر ترابط وتماسك الفوتونات المكونة لها . والأشعة الضوئية تصدر عن إثارة العناصر ، وتنبعث منها فوتونات لها طول موجي واحد ، يحدده منسوبا طاقة الذرة التي إنتقلت بينها هذه الفوتونات ،وملايين هذه الانتقالات ، التي تحدث في ملايين الذرات المثارة ، تنبعث عنهاملايين الفوتونات ، وتظهر للعين المجردة أشعة ضوئية ،ويلاحظ هنا عدم وجود رابطة بين الفوتونات المنبعثة ،ويمكن تشبيه الأشعة العادية بأصوات منطلقة من ملايين المصادر المتماثلة،ولها تردد نفسه ، ولكنها لاتصدر في وقت واحد وبهذا فإنها تسمع من بعد وكأنها ضجيج ، في حين أنه إذا إنطلقت هذه الأصوات في وقت نفسه ،فإنها تصبح حادة ،شديدة الأثر[2].

I.5 – تفاعل المادة مع الإشعاع الكهرومغناطيسي:

عند إنتقال إلكترون في ذرة بين حالات الطاقة أو المستويات ، يكون مصحوبا بإنبعاث أو امتصاص فوتون ، الذي يوصف بالتردد ألموجيυ حيث

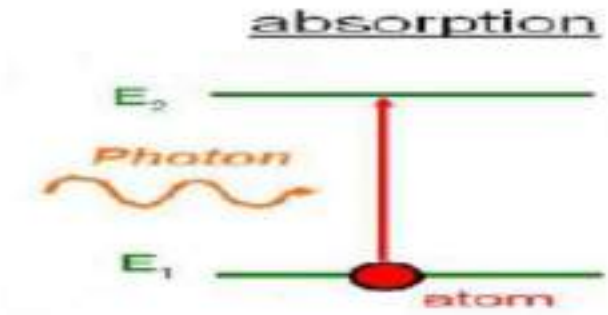
$$\upsilon=\Delta E/\ h \qquad (1.\ I)$$

. [14]

ΔE: هي فرق الطاقة بين المستويين المعنيان

عندما تتفاعل موجة كهرومغناطيسية مع المادة ،تحدث ثلاث ظواهر أساسية وهي :عملية الانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث وعملية الامتصاص.

I.5.1 امتصاص الضوء:



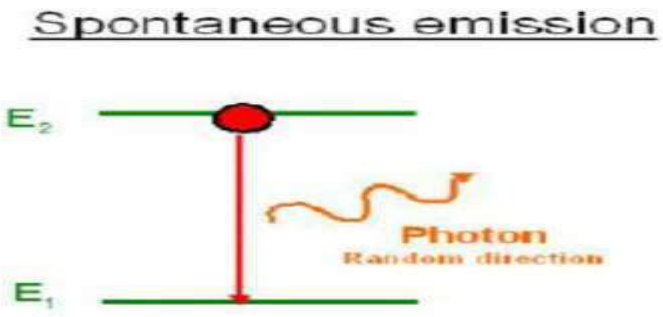
الشكل(I -4):مبدأالامتصاص[12]

بإعتبر انتقالات إلكترون قد تحدث بين مستويين طاقويين في نظام ذري مفترض كما يبين الشكل(12) لرفع إلكترون من المستوى الأساسي إلى المستوى لأعلى لابد من امتصاص لفوتون.

ويجب أن يحمل هذا الفوتون كمية الطاقة ويكون تواتر الإشعاع اللازم

$$\upsilon = (E_2 - E_1)/h \qquad (2.I)$$ [2]

I. 2.5 الإصدار التلقائي :



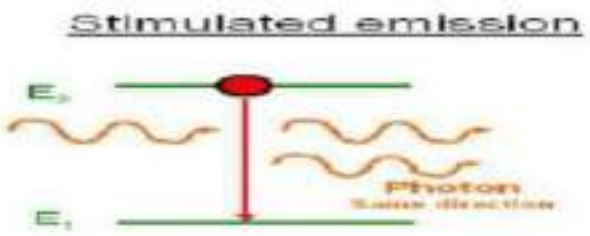
شكل (ا -5):الإصدار التلقائي[12]

إذا شغل إلكترون مستوى أعلى من المستوى الأساسي،فإننا نقول أن الذرة في حالة مثارة .

وفي وضع غير مستقر، فلا يلبث الإلكترون بعد فترة وجيزة أن يعودتلقائيا إلى المستوى الأساسي ،فاقدا جزء من طاقته على هيئة على فوتون بشكل عشوائي غير مترابط زمنيا في اتجاهات مختلفة (يعتمد تواتره على فرق الطاقة بين المستويين)

$$\upsilon h=(E_2-E_1) \qquad (I.3) \qquad [2]$$

I.5.3 الإصدارالمستحث:



الشكل (ا -6):الإصدار المستحث[12]

إن الاكترون الذي يرفع إلى مستوى طاقة أعلى ،لايلبث أن يعود تلقائيا إلى المستوى الأساسي ،مصدرا فوتون بتوتر محدد،قبل أن يمضي فترته الزمنيةτبكاملها .وقد يحث الإلكترون على العودة، ورود فوتون خارجي على الذرة بنفس التواتر،حيث لايمتص هذا الفوتون بل يستمر في طريقه ، وبعودة الإلكترون إلى المستوى الأساسي فإنه يصدر طاقة من الذرة على هيئة فوتون له نفس تواتر الفوتون الوارد ونفس الطور والإتجاه والإستقطاب ونفس الخصائص الطيفية .

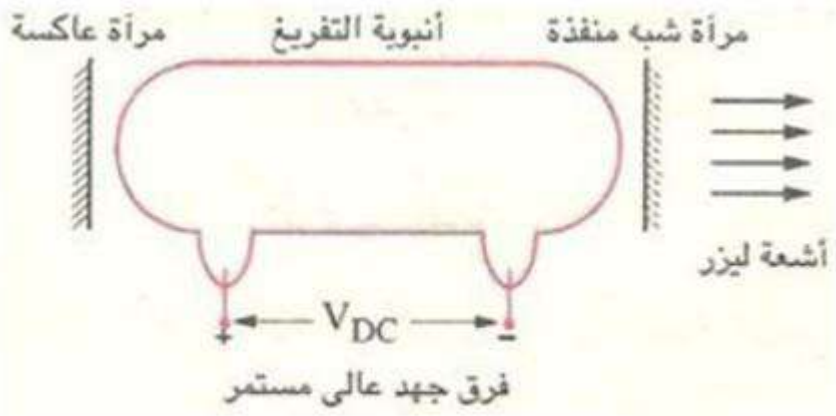
وهذه الحقائق هي المسؤولة عن الدرجة العالية جدا من التماسك التي تميز شعاع الليزر ،مما تؤدي إلى زيادة شدة الإشعاع الوارد وتقويته وتضخيمه[2].

I.6- جهاز الليزر:

جهاز الليزر عبارة عن مصدر للضوء،يعمل على تجميع الإشعاعات الضوئية ، التي تتولد داخل الجهاز ،وتركيزها وتقويتها على شكل حزمة ضوئية رفيعة جدا في اتجاه واحد مركز ،وهي أشعة كهرومغناطيسية متجانسة ومتماسكة ،وتستطيع قطع مسافات لانهائية في خط مستقيم ،وتتميز بأنها تزدادشدتها ويقوي بعضها بعضا عند الانطلاق.

وعملية توليد أشعة الليزر تنتج عن تعريض المواد المختلفة لمصادر إثارة وتغذية خارجية ،ويختلف الطول الموجي لأشعة الليزر الناتجة بإختلاف المادة التي تنتجه ،مع احتفاظها بطبيعتها الأساسية وخصائصها العامة بوصفها موجة ضوئية ،والخصائص العامة للموجات الكهرومغناطيسية ويتكون جهاز الليزر من ثلاث أجزاء رئيسية هي[2]:

- **مادة الوسط الفعال** :وهي التي تنتج أشعة الليزر،وقد تكون مادة صلبة ،مثل الياقوت الصناعي الذي يتكون من أكسيدالألمنيوم مضافا إليه كمية ضئيلة من الكروم لأتزيد نسبتها عن 0,05%وهذه النسبة من الكروم المسؤولة عن إنتاج الليزر القوي،إي أنها المادة الفعالة في هذا الليزر،فقد تكون مادة الوسط الفعال مادة سائلة مثل مادة النيوديوم المذابة في أكسيد كلوريد الصوديوم ،أوقد تكون مادة غازية مثل الهليوم أو النيون أو ثاني أكسيد الكربون ،والوسط الفعال بضوء شديد التركيز والتماسك ، إذا واجهت إليه طاقة مثل تيار كهربائي أوإشعاع ضوئي[2] .
- **مصدر للطاقة لإثارة ذرات مادة الوسط الفعال[2]**.
- **وحدة تضخيم الضوء**، وتكون غالبا على شكل مرآتين**[2]**.



الشكل (ا –7) : مخطط لتجويف الرنيني

I.7– النظرية الأوالية في تضخيم الضوء[3]:

لإدراك الشروط الضرورية لحصول تضخيم للضوء، نعتبر جملة ذات مستويين E_1وE_2 حيث

$E_1<E_2$ ،حيث يكون تواتر الانتقال بين مستويين هو $\upsilon=(E_2-E_1)/h$لنفرض أن الالكترونات تحتل في بعض الذرات المستوى الأدنىE_1وان بعضها يحتل المستوى الأعلىE_2 .ولنفرض أن عدد الذرات التي هي في E_1الحالة هو N_1،وان عددها في الحالةE_2 هوN_2 . فإذا مر ضوء وحيد اللون مساوي لتواتر الإنتقال بين المستويين عبر الوسط ، فيحتمل حدوث مايلي:

a–قد تمتص بعض الفوتونات من الحزمة الواردة فترتفع الالكترونات بسبب ذلك من المستوى الأدنىN_1إلى المستوى N_2

b– قد تحث بعض الفوتونات الواردة الالكترونات للهبوط من المستوىN_2إلى المستوى N_1،ويصدر بسبب ذلك فوتون أخر له نفس التواتر ، ونفس جهة الفوتون الوارد مما يؤدي إلى زيادة شدة الحزمة.

إذا أردناأن تزداد شدة الحزمة لدى مرورها في الوسط ،فإن الإصدار المحثوث يجب أن يطغى على امتصاص الفوتونات.

إن عدد الانتقالات من N_1إلىN_2متناسب مع N_1. إما عدد الانتقالات من N_2إلىN_1متناسب مع N_2، وقد بين أينشتاين أن ثابتي التناسب لهذين التحولين متساويان .وعليه فلكي يزيد الإصدار المحثوث عن الامتصاص يجب أن يكون N_2أكبرN_1 من .

ونشير إلى أنه في الظروف التوازن الحراري العادي يكون عدد الالكترونات في المستوى الأدنى أكبر من عددها في المستوى الأعلى. ونحن بحاجة إلى عكس هذا الواقع إذا أردناأن يتحقق تتضخيم الضوء ،تسمى هذه الظروف المعكوسة بالإنقلاب السكاني .

I.8-آلية الضخ الضوئية:

لتحقيق الإنقلاب السكاني ، يجب زيادة عدد الالكترونات في المستوى الأعلى ، ويتم ذلك بتسليط إشعاع ضوئي على المادة ، بحيث يساوي تواتره تواتر الانتقال بين المستويين . يسمى هذا الضوء بالضوء الضاخ .

تقوم الالكترونات بإمتصاص الفوتونات وترتفع من المستوى الأدنى إلى المستوى الأعلى .

ولكي يتحقق شرط التوزيع السكاني المعكوس يجب أن يزيد عدد الإلكترونات التي ترتفع من المستوى الأدنى إلى المستوى الأعلى عن نصف عددها الأصلي[16].إلا أنه كلما زاد عدد الالكترونات في المستوى الأعلى فإن الإشعاع نفسه الذي يقوم بدور زيادة هذا العدد يميل إلى نقل عدد من هذه الإلكترونات إلى المستوى الأدنى بفعل الإصدارالمحثوث. وكلما زاد عدد الالكترونات في المستوى الأعلى زاد معدل عودة بعضها إلى مستوى الأدنى بفعل الإصدار المحثوث لدى مرور الضوء الضاخ. ولذا فإنه يستحيل تحقيق الانقلاب السكاني بين مستويين[2].

يمكن وصف عملية الضخ بنظام ذو ثلاثة أوأربعةمستويات.

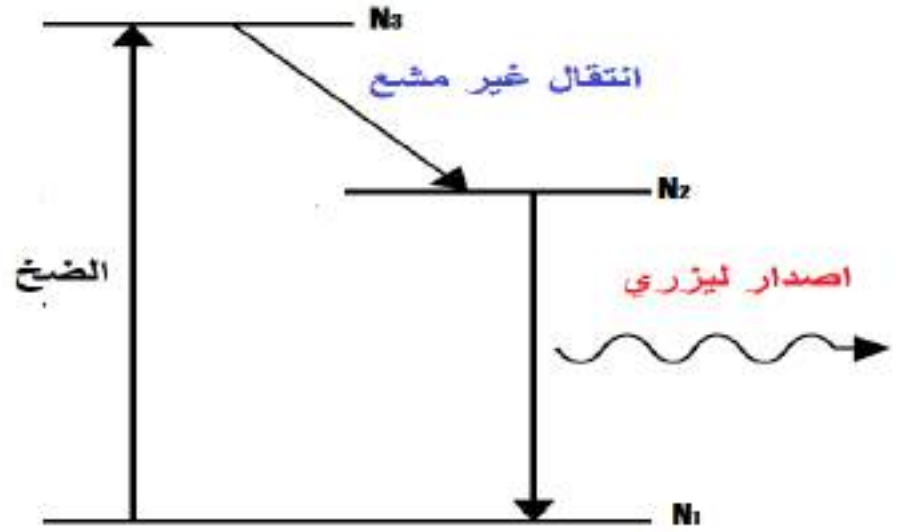
1.8 نظام ذو ثلاث مستويات:

في الجمل ذات المستويات الثلاث فإننا نستخدم الإشعاع لضخ الالكترونات إلى مستوى أعلي من المستوى الذي نرغب أن تكون فيه.ويتم تجمع الالكترونات بعدها بفعل الهبوط التلقائي لهذه الالكترونات إلى المستوى المطلوب .لنفترض أننا بصدد تحقيق توزيع سكاني معكوس بين المستويينN_1وN_2كما في الشكل (I .8)

فبتسليط شعاع ضوئي بتواتر محدد. ترتفع الإلكترونات من المستوى N_1إلىN_3. ولا تلبث هذه الالكترونات أن تعود تلقائيا إلى المستوى N_2عن طريق إنتقال غير مشع،يعطي جزء من الطاقة على شكل إهتزاز للشبكة تشبه عملية

إسترخاء عدة فوتونات[15] حيث تتراكم حتى يزيد عدد الإلكترونات في المستوى N_2عن عددها في المستوى N_1.

بعد ذلك تنتقل إلى المستوى الأدنىN_1مصدرة إشعاعا وهذا الإنتقال الليزري المتوقع.



الشكل (ا –8): نظام ذو ثلاث مستويات

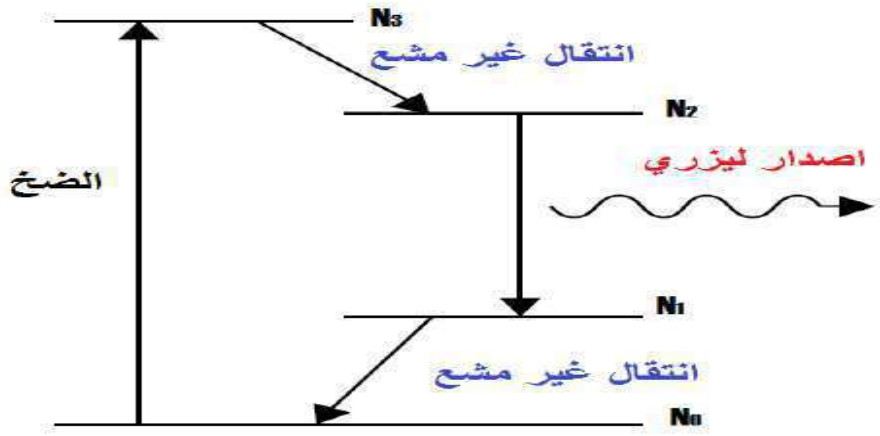
يجب أن يكون معدل الهبوط إلى المستوىN_2من المستوى N_3أصغر بكثير من معدل الهبوط إلى المستوى N_2،وإلا فان عدد الإلكترونات الذي يتراكم في المستوى N_2سيتناقص بمعدل لايسمح بخلق ظروف تؤدي إلى زيادة كبيرة فيه .

إن ميزة الجملة ذات المستويات الثلاث على جملة ذات المستويين تكمن في أن تواتر الانتقال بين المستويين N_1وN_3 يختلف عن تواتر الانتقال بين المستويين N_2وN_1،عليه تواتر الإشعاع الذي يقوم بعملية الضخ لا يمكنه أن يحث الالكترونات على الانتقال من المستوى N_2[16] .

2.8 نظام ذو أربعة مستويات:

يمكن الحصول على إنقلاب السكاني بسهولة في حالة المستويات الأربعة ،عنها في حالة المستويات الثلاث ، التي تستوجب تفريغ المستوى الأساسي من نصف عدد الذرات الفعالة ، قبل إمكانية الحصول على الانقلاب السكاني ،أما الليزرات التي تشتمل إنتقالات على أربعة مستويات يمكنها الاشتغال بكفاءة أعلى .

تبدأ الانتقالات من المستوى الأساسيN_0 ،ومنه ترتفع الذرات عن طريق الضخ الضوئي إلى المستوىN_3 ،(وهنا يجب أن يكون هذا المستوى عريضا كما هو الحال في اليزرات ذات ثلاث مستويات)ويحدث بعدها انتقال سريع للذرات من N_3ويكون عموما غير مشع (استرخاء)نحو المستوىN_2، الذي يعتبر المستوى البدئي للإنتقال الليزري ،الذي يأخذ الذرات إلى مستوى وسطي (المستوىN_1)وعموما يكون هذا المستوى فارغا،ولهذا يمكن للإنقلاب السكاني أن يبدأ مع وجود عدد بسيط من الذرات في المستوى N_2،وأخيرا تنتقل الذرات من N_1إلىN_0 بإنتقال غير مشع (استرخاء عدة فونونات)يعطي جزء من الطاقة على شكل إهتزاز للشبكة[2] .



الشكل (ا -9): نظام أربعة مستويات

9.ا-تطبيقات أشعةالليزر[2]:

يستخدم الليزر حاليا في مجالات متعددة فمن بين التطبيقات التي يستخدم فيها مايلي :

- **تطبيقات طبية**:عملية الجراحة، اعتلال الشبكة السكري، الزرق (ارتفاع ضغط العين).....الخ
- **تطبيقات صناعية** :القياسات وفي الترتيب للأجهزة البصرية وأنابيب الضخ وخطوط الكهرباء و واستخدم في مجال التصنيع كالقطع واللحام والصهر والتبخير وفي تصنيع الدوائر الالكترونية المتكاملة .
- **تطبيقات الحياة اليومية**:لليزر تطبيقات عديدة في مجال الحياة اليومية كالأقراص المضغوطة، الكمبيوتر الضوئي، الوسائط المستخدمة في عمل طابعة الليزر.....الخ

❖**تطبيقات عسكرية:** فقد استخدم الليزر في التصويب واستخدامه في التفجير عن بعد أو توجيه القذائف وفي تعقب الهدف مهما كانت سرعته وقدرته على تغيير وجهته وفي الأسلحة.

خاتمة:

في هذا الفصل ، قدمنا عموميات حول الليزر متمثلة في نبذة تاريخية حول إكتشاف هذه الأشعة وتعريفها كذلك تعرفنا على أنواع مهمة من أشعةالليزر وخصائصه وتفاعل المادة مع الأشعة الكهرومغناطيسي والتضخيم وكذلك تعرفنا على الجهاز المولد لاشعةالليزر و آلية الضخ الضوئية كما تعرفنا على تطبيقات هذه الأشعة في مختلف المجالات[2].

الفصل الثاني

مقدمة:

منذ القرن الفائت حتى الأن وحجم الأجهزة الالكترونية أخذ بالتناقص حتى صار من الممكن أن يشترى جهازا بحجم الكف يقوم بملايين العمليات البرمجية في وقت قصير جدا،وصرنا نسمع عن تلك التي تدخل جسم الإنسان فتقوم بترميم التلف أو القضاء على المرض فيه دون أي تدخل جراحي ،والكثير من التقنيات التي تطورت مؤخرا وكلها تعتمد على تقنية النانو أو النانو تكنولوجيا المقصود بيها الدقة المتناهية التي وصلت لها التكنولوجيا في مختلف المجالات ،فهي من أدق التقنيات التي تتردد الأن على مسامعنا ،فما هي هذه التكنولوجيا وما المقصود بالنانو؟

II – 1 نبذة تاريخية [4]:

يعوداستخدام هذه إلى الحضارة الإغريقية والحضارة الصينية ،في الصناعة الزجاج ،ولعلى الإناءالإغريقي الشهير (ليكور وجز)والذي يغير لونه تبعا لزاوية سقوط الضوء أحد أقدم التطبيقات لهذه التقنية، والذي إستخدمت في صناعته جسيمات نانو من الذهب تم خلطها بالزجاج .

كما أن السيف الدمشقي المعروف بصلابته ومرونته يعد أحد أقدم التطبيقات لتقنية النانو حيث نشر فريق برئاسة بيتر باوفلير الباحث في علوم المواد في جامعة درزدن التقنية في ألمانيا بحثا يشير إلى أن الأنابيب الكربونية النانوية كانت موجودة في تصاميم السيوف الدمشقية .

وقد صنعت السيوف الدمشقية من الفولاذ أطلق عليها اسم "الووتز" "wootz"وهو الفولاذ يصنع في الهند بطريقة خاصة ، وقد درس الباحث الألماني صور للسيوف الدمشقية التقطها بالمجهر الالكتروني وعثر فريقه على تراكيب الأنابيب وأحجام نانوية داخل هذا الفولاذ ،تشبه الأنابيب الكربونية النانوية التي يوظفها المصممون في التقنيات الحديثة لصنع منتجات متينة تتصف بخفة وزنها .

الشكل(II –1): السيف الدمشقي [4]

وهذه التطبيقات التي ذكرنها إنما هي تطبيقات قديمة عن النانو وغير مقصودة .....وبالنسبة للأبحاث الحديثة فقد قام الفيزيائي الأمريكي "ريتشارد فاينمان" بإلقاء محاضرة بعنوان "هناك متسع كبير في القاع " عام 1959أمام الجمعية الفيزيائيةالأمريكية وتساءل فيها (ماذا سيمكن للعلماء فعله إذا إستطاعوا التحكم في تحريك الذرة الواحدة وإعادة ترتيبها كما يريدون؟؟)كما وصف مجالا جديد يتعامل مع الذرات والجزيئات المنفردة لصنع مواد والآت دقيقة بخصائص مميزة وهذا كان بداية الإعلان عن مجال جديد عرف لاحقا بتقنية النانو .

وفي عام 1974أطلق الباحث الياباني "توريوتاينغوشي" تسمية المصطلح (تقنية النانو – Nano Technology)لأول مرة للتعبير عن طرق تصنيع عناصر ميكانيكية وكهربائية متناهية الصغر بدقة عالية .

عام 1976إستحدث الفيزيائي الفلسطيني "منير نايفة" طريقة ليزرية تسمى (التاينالرنيني)لكشف الذرات المنفردة وقياسها بأعلى مستويات الدقة والتحكم ،ورصد بها ذرة واحدة من بين ملايين الذرات وكشف هويتها لاول مرة في التاريخ ،وتعمل هذه الطريقة على إثارة الذرات بليزر محدد اللون وتاينها تحسس الشحنات .

وفي عام 1981 اخترع الباحثان السويسريان "جيردبينغ "و"هنريكروهر" (جهاز المجهر النفقي الماسح- Scanning Tunneling Microscope)وقد مكن هذا المجهر العلماء لأول مرة من التعامل المباشر مع الذرات والجزيئات وتصويرها وتحريكها لتكوين جسيمات نانوية [4].

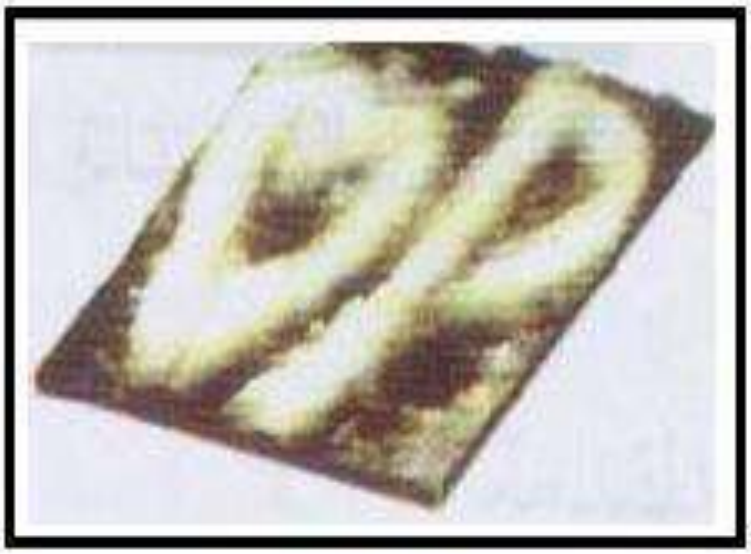
الشكل (II –2) : المجهر النفقي الماسح [4]

عام 1986الف "اريك دريكسلر "(محركات التكوين –Engines of Creation) كتاب ذكر فيه المخاطر المتخيلة لتقنية النانو ،مثل صنع محركات ومركبات نانوية تستطيع نسخ نفسها ولا يمكن الحد من انتشارها ،كما بسط الأفكارالأساسية لتقنية النانو منها إمكانية صناعة أي مادة بواسطة رصف مكوناتها الذرية واحدة تلو الأخرى[4].

عام 1991أكتشف الياباني "سوميوليجيما "أنابيب الكربون النانوية (Tube Carbon Nano)وهي عبارة عن اسطوانات من الكربون قطرها عدة نانو مترات ولها خصائص الكترونية وميكانيكية متميزة مما يجعلها مهمة لصناعة مواد والآت نانوية مدهشة .

وأخير عام 1992 كتب العالم منير نايفة بالذرات أصغر خط في التاريخ (حرفpوبجانبه قلب)رمزا لحب فلسطين وانتشرت في كبرى المجلات العلمية ووكالات الأنباء العالمية .

وقد استخدم في ذلك المجهر النفقي الماسح والفائدة من هذا الرسم بالذرات انه استطاع التحكم في الذرات الدقيقة واعاد ترتيبها كما يشاء[5].



الشكل (II –3) : الكتابة بالذرات (اصغر خط في التاريخ)[4]

II.2- تعريف النانو :

إن أصل كلمة "النانو" مشتق من الكلمة الإغريقية (نانوس)وهي كلمة إغريقية تعني القزم ويقصد بها كل ماهو صغير وتقنية النانو تعني :تقنية المواد متناهية الصغر أو تكنولوجيا المجهرية الدقيقة .وعلم النانو هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لايتجاوز قياسها ال 100نانو متر .والنانومتر هي وحدة قياس تساوي 10^{-6}ميليمتر أو 10^{-9}متر.

ويعتمد مبدأ هذه التقنية على التقاط الذرات متناهية الصغر لأي مادة والتلاعب بها وتحريكها من موضعها الأصلية إلى موضع أخرى ثم دمجها مع ذرات لمواد أخرى لتكوين شبكة بلورية لكي نحصل على مواد نانوية الابعاد متميزة الخواص عالية الأداء[4] .

II.3 – مبادئ تميز تقنية النانو:هناك العديد من المبادئ التي تتميز بها تقنية النانو عن التقنيات المعروفة لدينا ،وهي سبب اهتمام العلماء بالوصول إلى هذا الحجم النانوي فقد يخطر على بال الإنسان مالفائدة من هذه التقنية ولماذا نحتاج إلى الوصول لهذا الحجم الدقيق (وهو السؤال الذي طرحه العالم الفيزيائي ريتشارد فاينمان واجاب عنه العالم الفلسطيني منير نايفة)ونعرض في هذا الجدول اهم هذه المبادئ والفائدة منها[4]:

الجدول: (II –1): الجدول يوضح مبادئ ومميزات تقنية النانو [4]

المبدأ	الميزة
إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة وإعادة ترتيبها	إمكانية بناء إي مادة في الكون إلان الذرة هي وحدة بناء لكل المواد
الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص لنفس المادة في الحجم الطبيعي	اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الاختراعات والمجالات التطبيقية
تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة الكهربية والالكترونية	تربط العلوم وتشجيع الجميع بإختلاف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها والتعاون فيما بينهم
إمكانية التحكم بالذرات بصنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب	تصبح خصائص المواد والآلات أفضل ،فهي أصغر واخف وأقوى وأسرع وارخص وأقل استهلاكا لطاقة
تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العلمية التي تتصف بإمكانية تطبقها في اختراعات واستخدامات مفيدة	تحول الخيال إلى واقع حقيقي

II.4- خواص المواد النانوية [4]:

يمكن القول أن المواد النانوية هي تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1نانومتر و100 نانومتر وقد أدى صغر هذه المواد تختلف صفاتها عن المواد الأكبر حجما (أكبر من 100نانو متر)[4].

وتعد هذه المواد من مواد البناء للقرن الحادي والعشرين وركن من اركان تكنولوجيات هذا القرن.وتتنوع المواد النانوية من حيث المصدر ،وتختلف بإختلاف نسبها ،كأن تكون مواد عضوية أو غير عضوية – طبيعية أو مخلقة (مصنعة)[4].

II.1 خواص الجسيمات النانوية :

II .1-1 خواص ميكانيكية :ترتفع قيمالصلابة للمواد الفلزية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة اجهادات الأحمال المختلفة الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها ،فمثلا إذا قمنا بتصغير حبيبات المواد السيراميكية إي إكسابها المزيد من المتانة وهي صفة لاتوجد في مواد السيراميك العادية

II .1-2 خواص درجة الانصهار:تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير ابعاد مقاييس حبيباتها فمثلا درجة انصهار الذهب هي 1064 درجة مئوية ،وإذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب فإن درجة الانصهار تنقص حوالي 500 درجة مئوية .

II .1-3 الخواص المغناطيسية:تعتمد قوة المغناطيس اعتمادا كليا على مقياس ابعاد حبيبات المادةالتي يصنع منها المغناطيس ،وكلما صغر حجم الجسيمات النانوية وتزايدات مساحة اسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الاسطح كلما زادت قوة المغناطيس وشدته .

II .1-4 الخواص الكهربائية:إن صغر أحجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجابا على خواصها الكهربائية حيث تزداد قدرة المواد على توصيل التيار الكهربائي ،حيث تستخدم المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الإلكترونية في الأجهزة الحديثة وهي ذات مواصفات تقنية عالية [4].

II .1-5 الخواص الكيميائية:إذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة وبنفس الحجم فإن تفاعلها يزداد[5].

II.2 سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية :

II.1.2 حجم الجسيمات : إن خصائص المواد كالتوصيل واللون لاتتغير بتغير الحجم ، الاعندما يصل حجمها إلى مقياس النانو متر فإن خصائصها تتغير،مثلا السيلكون بالحجم الطبيعي يعتبر مادة معتمة لاتشع ،أما عندما يكون بحجم 1نانو متر يشع بالأزرق ،وعندما يكون بحجم 3نانومتر يشع باللون الأحمر .

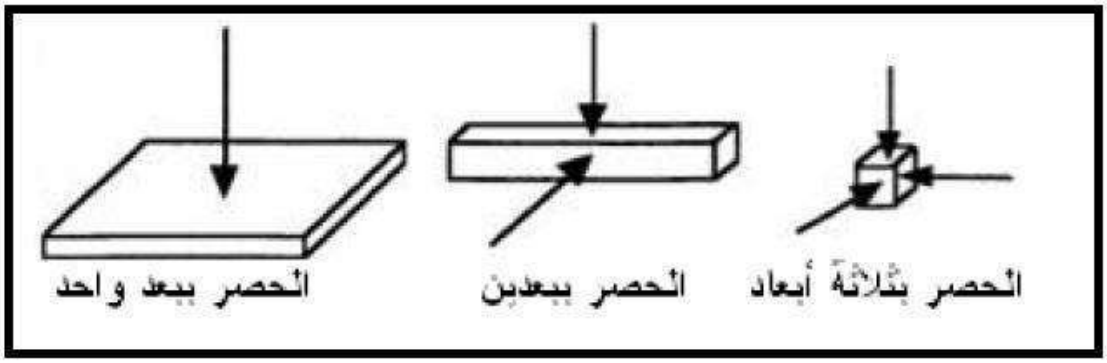
II.2.2 شكل الجسيمات :تعتمد خصائص الجسيم النانوي على الشكل الذي يكون كرويا أو انبوبيا او سداسيا اوغيرها من الأشكال.

II.3.2 تركيب الجسيمات :إي مانوع الذرات او الجزيئات التي يتركب منها الجسيم النانوي وما عددها .

II.4.2 درجة التجمع :بعض الجسيمات النانوية تكون الجزيئات أو ذرات فيها متباعدة ،والبعض الأخر تكون جزيئاتها أوذراتها متكتلة متلاصقة لبعضها البعض ،واختلاف درجة تجمع الجزيئات من جسيم لأخر يسبب تغير خصائص.

II.5.2 التوزيع:قد يكون توزيع الجزيئات أو الذرات داخل الجسيم منتظما أو غير منتظم ،وقد يكون مستقرا أوغير مستقر ،فمثلا جزيئات السيلكون متوزعة بإنتظام في المحلول فيشع المحلول كله ،لكن بعد تركها لعدة أيام يصبح توزيعها غير منتظم وتنزل للقاع فلا يعد المحلول يشع بالكامل .

II.6.2 الحصر الكمي : فبعض المواد تكون محصورة ببعدين فتكون حركة الإلكترونات بإتجاه واحد ،وبعض المواد تكون محصورة في بعد واحد فتكون حركة الإلكترونات في اتجاهين[5] .



الشكل (II –4): أنواع الحصر الكمي[4]

II.5-تصنيف المواد النانوية [16]:

لقد بدأ العلماء إنتاج مواد نانوية عملياً عام 1990 م ، ومع تزيدِ إنتاجها صنفت بحسب أبعادها وطريقة تحضيرها الى

II.5.1 مواد أحادية البعد:

هي مجمل المواد التي لها طول فقط، لذلك سميت بهذا الإسم، وتكون على شكل رقائق سمكها لا يتعدى مئة نانو متر، وتستخدم لطلاء المواد القديمة من أجل تحسين خواصها.

II.5.2 مواد ثنائية البعد:

أي أن لها **طولاً وعرضاً** يقل كلٌّ منهما عن 100 nm ، كالأسلاك والأنابيب وأهمها أنابيب الكربون ، والتي حضرها الدكتور الياباني إيجيمار الباحث في شركة إن إي سي اليابانية عام 1991م وهي أنابيبُ متعددة الجدران ومجوفة أبعادها حوالي 5.1 nm ، ويمكن رؤيتها بالميكروسكوبات عالية التكبير، وتمتاز هذه المواد الثنائيةُ بخواص ميكانيكية وفيزيائية فريدة، فمثلاً لها مقاومة شد تفوق مئة مرة مقاومة شد الحديد الصلب، رغم خفة وزنها وهذا يجعلها أقوى مادة مصنوعة حتى عام 2010 ولها مرونة عالية تفوق أفضل المواد مرونة في الطبيعة بخمس مرات، وهذا يؤهلها للعودة إلى شكلها الأصلي فوراً بعد زوال الإجهاد المؤثر عليها،كما ولها ناقلية للحرارة والكهرباء تفوق ناقلية النحاس بألف مرة تقريباً .وهذه المزايا الفريدة لأنابيب الكربون تجعل من الصعب حصر تطبيقاتها.

II.5.3- المواد ثلاثية الأبعاد:

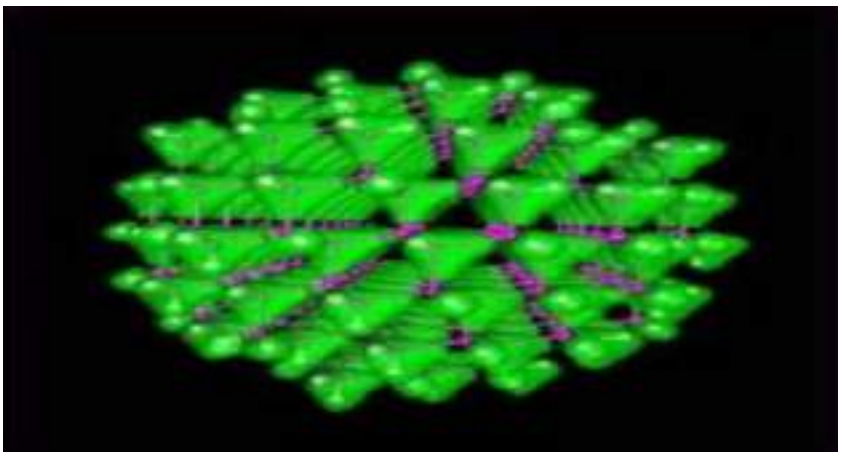
أي أن لها طول وعرض وارتفاع، لا يتعدى كل منها مئة نانو متر، ومن أمثلتها الحبيبات ومساحيق المعادن، كالذهب الذي استخدمت حبيباته في القضاء على الأورام السرطانية، وتحديد الحامض النووي للفيروسات حتى يسهل القضاء عليها،أما أكاسيد وغيرها، فأنها تعتبر أكثر المواد النانوية إنتاجاً، نظراً لتعدد استخداماتها في قطاعات الإلكترونيات والأدوية والمعدات الطبية والأجهزة البصرية.

II.6- أشكال المواد النانوية[4] :

تتخذ المواد النانوية أشكالا عدة ،لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها ، ولكل منها استخدمات مميزة أيضا ،ويمكن تصنيف المواد النانوية حسب الشكل إلى:

II.6 -1 النقاط الكمية (Quantum Dots):

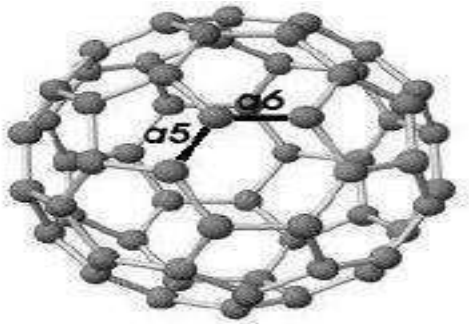
هي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الإبعاد يتراوح بعده بين 2و10نانومتر،وهذا يقابل 10-50 ذرة في القطر الواحد،و 100-100000ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة ،وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي 10 نانومتر فإنه إذا رصفنا 3ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض نحصل على طول يساوي عرض اصبع أبهام الإنسان .



الشكل (II – 5) : النقاط الكمية [4]

II.6 -2 الفولورين (Fullerene):

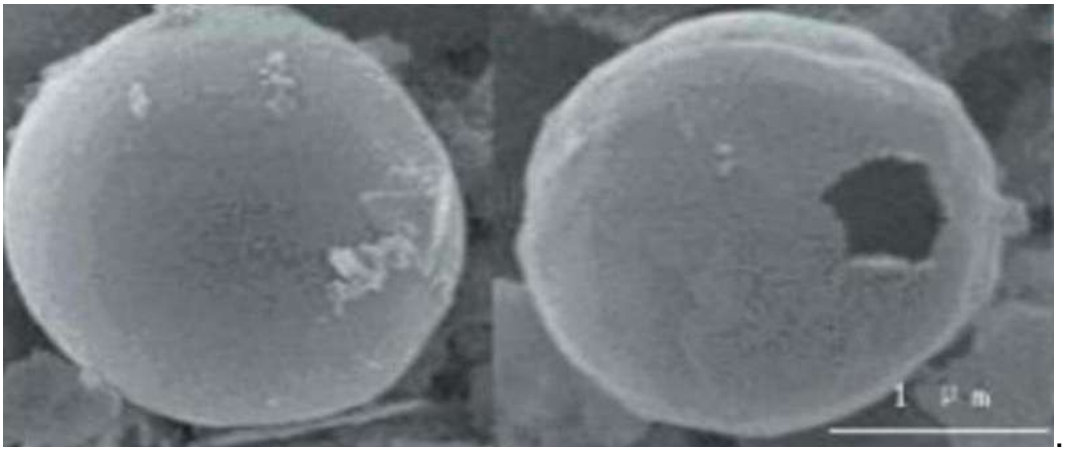
تركيب نانوي غريب أخر للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من 60 ذرة كربون ويرمزلها بالرمزC_{60}،وقد اكتشف عام 1985.إن جزيءالفلورين كروي يشبه كرة القدم المنقطة كما في الشكل أدناه .وهو يحضر منذ اكتشافه وحتى الأن بكميات تجارية ،وقد سمي بالفلولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري "بكمنسترفولر".وقد نشأ فرع كيمياء جديد يسمى الفلولورين حيث عرف أكثر من 9000 مركب فولورين منذ عام 1997 وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات ومنها المركبات K_3C_{60}و$RbCs_2C_{60}$التي أبدت توصيلية فائقة ،كما اكتشفت أشكال اخرى منها كالفولورين المخروطي والأنبوبي والكروي .



الشكل (II –6): الفولورين

II.6 –3 الكرات النانوية (Nano balls):

من أهمها كرات النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولوينات من مادة C_{60} ولكنها تختلف عنها قليلا بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة ،كما أنها خاوية المركز.والكرات النانوية لايوجد على سطحها فجوات وبسبب أنا تركيبها يشبه البصل فقد سماها العلماء (البصل)،وقد يصل قطر الكرة الواحدة إلى 500نانو متر أو أكثر



الشكل (II –7) : الكرات النانوية [4]

II.6 –4 الجسيمات النانوية (Nanoparticles):

على الرغم من أن كلمة (الجسيمات النانوية)حديثة الإستخدام ،إلا أن هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية منذ قديم الزمان .

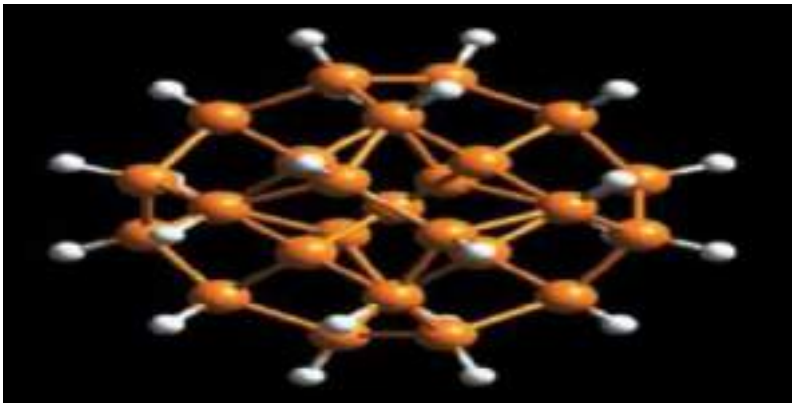
ويمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء)إلى مليون ذرة ،وتكون مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريبا ونصف قطره أقل من 100نانومتر.

عندما يصل حجم الجسيم النانوي إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي (Quantum well)،أما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي .

(Quantum wire) ،وعندما يكون ب3ابعاد تسمى النقط الكمية (Quantum dots)

ولابد هنا من الإشارةإلى أن التغيير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثلاثية السالفة يؤثر على الخصائص الالكترونية لها ،مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية .

لقد أمكن حديثا تصنيع جسيمات نانوية من الفلزات والعوازل وأشباه الموصلات والتركيبات المهجنة (مثل الجسيمات النانوية المغلفة)وكذلك تصنيع نماذج لجسيمات نانوية ذات طبيعة شبه صلبة .وتعتبر جسيمات النحاس النانوية (اقل من 50نانومتر)ذات صلابة عالية وغير قابلة للطرق والسحب على عكس جسيمات النحاس العادي حيث يمكن ثنيها وطرقها وسحبها .

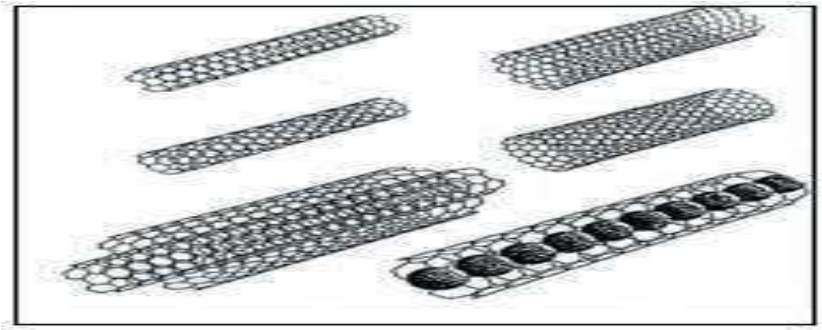


الشكل (II –8): الجسيمات النانوية [4]

II.6-5 الأنابيب النانوية (Nanotubes):

هي عبارة شرائح تطوى بشكل اسطواني،وغالبا تكون نهاية الأنبوب مفتوحة والأخرى مغلقة بشكل نصف دائرة .تصنع من المواد عضوية (كربون)أو مواد غير عضوية (اكاسيد الفلزات كاسيد الفناديوم والمنجينيز).تتمتع هذه الأنابيب بالقوة والصلابة والناقلية الكهربائية ،ولأن اكاسيد الفلزات تكون أثقل وأضعف من أنابيب الكربون .

ويتراوح قطر الأنبوب النانوي بين 1نانومتر و100 نانومتر وطولها يبلغ 100 ميكرومتر ليشكل سلك نانوي ،لأنابيب النانوية عدة أشكال ،فقد تكون مستقيمة ،لولبية ،متعرجة ،خيزرانية ،أو مخروطية و غير ذلك .

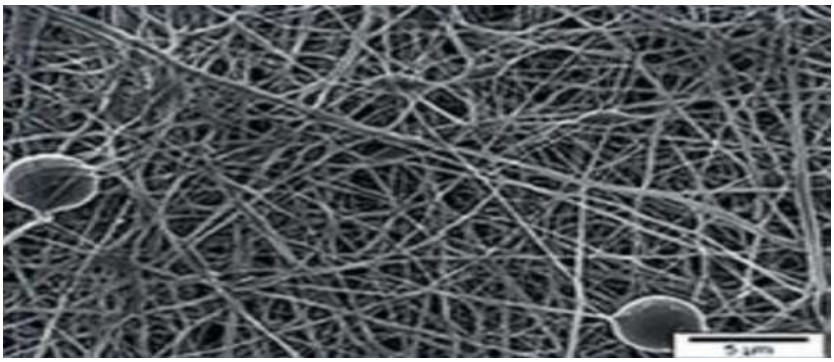


الشكل (II –9) : الأنابيب النانوية [4]

II.6-6 الألياف النانوية (Nano fibers):

لاقت هذه المواد إهتماما كبيرا مؤخرا لأهميتهاالصناعية، وتخذ عدة أشكال كالألياف السداسية والحلزونية والألياف الشبيهة بحبة القمح ،تتميز الألياف النانوية بأن مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة حيث أن عدد ذارت السطح كبيرة بالنسبة للعدد الكلي ،وهذا مايكسبها خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها ،ولكنها تعاني من صعوبة التحكم باستمراريتها واستقامتها وتراصفها .

تستخدم هذه الألياف في الطب وزراعة الأعضاء كالمفاصل والتئام الجروح ونقل الأدوية في الجسم ،كما تستخدم في المجالات العسكرية كالتقليل من مقاومة الهواء .



الشكل (II –10) : الألياف النانوية [4]

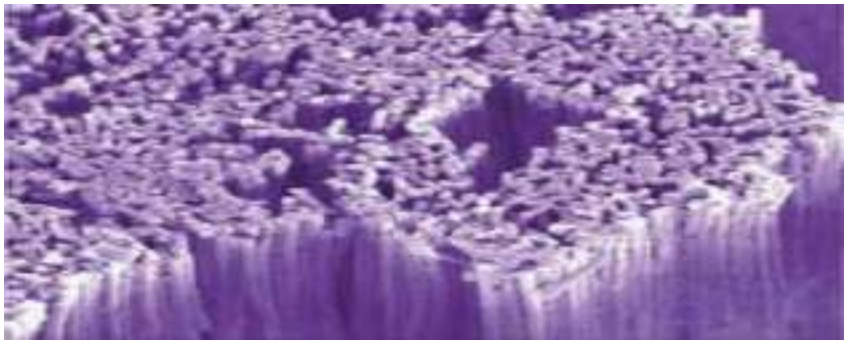
II.6 –7 المركبات النانوية (Nano composites):

هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد ،ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تبدي تحسنا كبيرا في خصائصها ،فعلى سبيل المثال،يؤدي إضافةأنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربية والحرارية للمادة .وقد يؤدي إضافةأنواع أخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربائي ،وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة ،يجب أن تكون النسبة المئوية الحجمية للجسيمات النانوية المضافة منخفضة جدا (في حدود 0.5%إلى 5%) وذلك بسبب أن النسبة بين المساحة السطحية إلى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية .

II.6–8 الأسلاك النانوية (Nano wires):

هي أسلاك نانوية قد يقل قطرها عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة ،إي نسبة الطول إلى العرض تزيد عن 100مرة ،لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد وهي تتفوق على الأسلاك العادية التقليدية ،لأن الالكترونات فيها تكون محصورة كليا باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة المحسوسة وهذه الأسلاك غير موجودة في الطبيعة بل تحضر في المختبر بطرق عديدة منها الكحت الكيميائي

لسلك كبير أو قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية .وتتخذ أشكالا عديدة متعددة منها حلزونية أو متماثلة خماسية وعند تحضيرها تكون معلقة من طرف العلوي أو مترسبة على سطح أخر .للأسلاك النانوية العديد من الاستخدامات المستقبلية كربط مكونات الكترونية داخل دائرة صغيرة وبناء الدوائر الالكترونية المنطقية وقد تستخدم مستقبلا لتصنيع الكمبيوتر الرقمي .



الشكل (II –11) : الأسلاك النانوية [4]

II.7- تطبيقات النانو تكنولوجيا[4] :

لقد تطرقنا في بداية حلقة البحث إلى الحديث عن تطبيقات هذه التقنية في القديم كالزجاج الملون والسيف الدمشقي أما الأن فسوف نتحدث عن مجالات استخدام النانو في الوقت الحاضر وفي المستقبل في مختلف النواحي والمجالات الحياتية وهي خلاصة ما يهم من هذه التقنية فالعلماء يسعون لإستخدامها في خدمة البشرية .

II.7-1 تطبيقات النانو تكنولوجيا في الطب :

الكشف عن الأمراض ،في علاج السرطان ،في مجال الأدوية والعقاقير ،في مجال العمليات الجراحية .....الخ

II.7-2 تطبيقات النانو تكنولوجيا في الصناعة :

صناعة الطائرات والسيارات ،صناعة الزجاج ،صناعة النظارات الشمسية ، صناعة المنتجات الرياضية ،صناعة الدهانات والاصبغة ،صناعة الشاشات ، صناعة الثلاجات ،صناعة الغسالات ،منقيات المياه (فلترات).....الخ

II.7- 3 تطبيقات النانو تكنولوجيا في مجال الالكترونيات :

في مجال الحساسات ، وفي مجال الترانزستورات.....الخ

II.7-4 تطبيقات النانو تكنولوجيا في المستقبل :

صناعة الملابس ،في مجال الزراعة ، في المجال العسكري ،في مجال الأغذية .....الخ

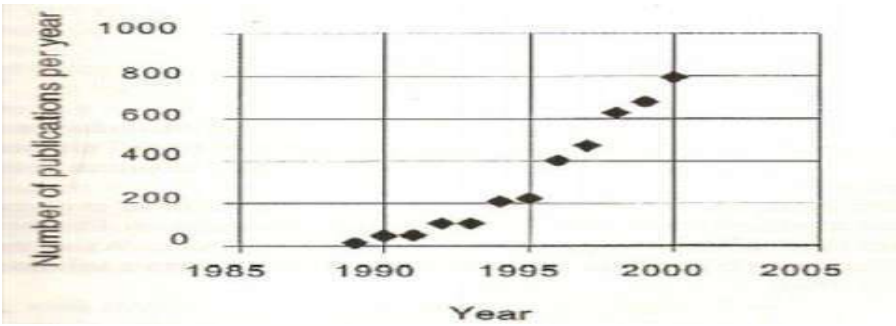
الخاتمة:

في النهاية نستنتج أن تقنية النانو هي من أهم التقنيات في حياتنا اليومية وفي المستقبل وأصبحت في طليعة المجالات الأكثر أهمية في كل مجالات العلوم ،لما لها أهمية في تحسين المنتجات وعلاج الأمراض وخدمة البشرية في مختلف مجالات الحياة ،بالإظافة إلى أنها تعطي أملا كبير للثورات العلمية في المستقبل في الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء والهندسة غيرها [4]وننا بهذه المعلومات نريد الوصول إلى تصميم ذري طاقوي مناسب للإنتاج ليزر قادر على تفكيك ذرات جزيء الفولورين .

الفصل الثالث

المقدمة :

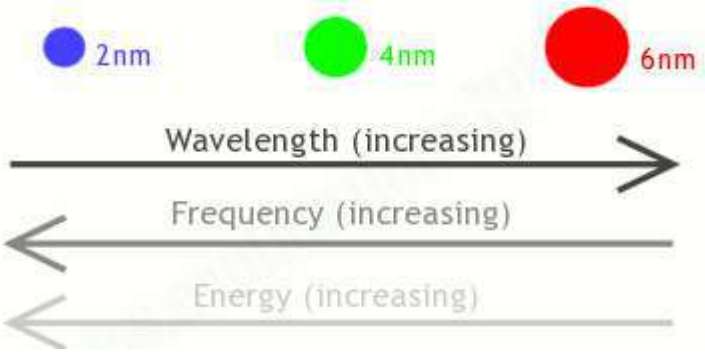
في عام 1985م بدأت الدراسات والأبحاث النظرية والعملية على النقاط الكمية تتزايد وأصبحت النقاط الكمية من أهم إكتشافات العصر الحديث ومن أهم مواد تكنولوجيا النانو لما أظهرته من خصائص كهربائية وضوئية متميزة ولقدرتها على الارتباط بالبوليمرات والمجموعات الوظيفية والأنسجة الحيوية مما يؤدي إلى تطبيقات واسعة ومفيدة في كافة مجالات الحياة وأهمها الهندسة والصناعات الكهربائية والضوئية والطب،ويوضح الشكل مقدار تزايد في الإهتمام بالنقاط الكمية من عام 1988م حتى عام 2000م [7]



الشكل (III-1) : التزايد في الإهتمام بالنقاط الكمية [7]

III.1-تعريف النقاط الكمية(الذرات الإصطناعية):

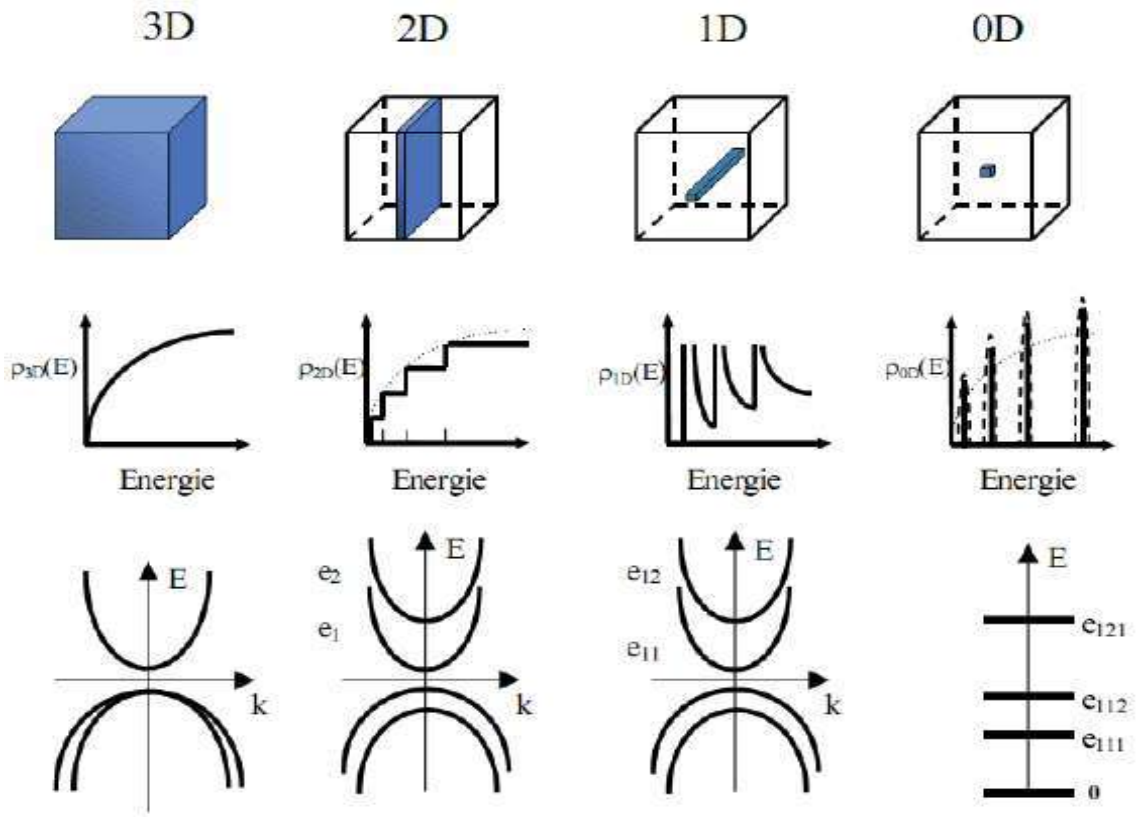
تعرف على أنها مواد شبه موصلة ،يمكن صناعتها بأحجام مختلفة وكل حجم يتميز بلون خاص فيه ، في (الشكل 1) يوضح أحجام وألوان النقاط الكمية ،فأصغر نقطة كمية يحمل للون الازرق.[8]



الشكل (III-2): شكل يوضح أحجام والوان النقاط الكمية[8]

III.2-مميزات النقاط الكمية(الذرات الاصطناعية):

ما يميز النقاط الكمية عن غيرها من الحالات الكمومية بأنصاف النواقل هو أن الإلكترون يكون فيها محجوز كليا أي حركتها مقيدة في الإتجاهات الثلاث، و الشكل التالي يوضح جميع حالات تقييد الإلكترونات خلال الحاجز الكموني بأنصاف النواقل.



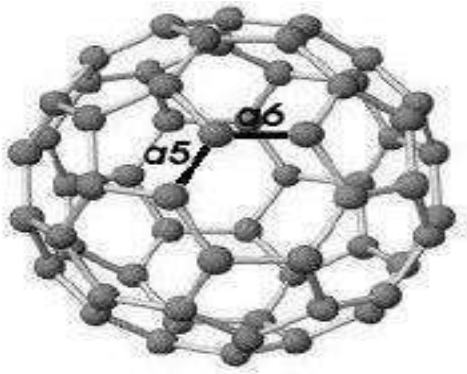
الشكل(III-3): يوضح كثافة حالات الطاقة ومستوياتها في الأبعاد الأربعة a -نصف ناقل (ناقل كتلي) b - بئر كمومي c -خط كمومي d-نقطة كمومية

III.3-تحديد طاقة الليزر المطلوبة:

قبل أن نحدد طاقة الليزر المطلوب إنتاجها يجب أن نعرف خصائص العينة المراد التطبيق عليها الليزر كما يجب علينا تحديد الهدف من التطبيق.

III.4-الفلورين:

III.4-1 تعريف : هو ثالث شكل من أشكال تبلور الكربون بعد اللماس و الغرافيت و يتميز بصلابة بلورته و التي تتكون من 60 ذرة كربون مشكلتا كرة ذات أوجه خماسية(12 وجها) و سداسية(20وجها) بروابط كربونية ثانية قوية وتبعد كل ذرة كربون مسافة قدراها (3،55Å)عن مركز الجزيء والطول الوسطي للرابطةC — C يقدر ب (1،44Å)، وهو مقارب لطول الرابطة في الغرافيت .



الشكل(III-4):يوضح بنية الفلورين

III.4-2 خصائص الفلورين :

-خصائص بنيوية:

الجدول(III-1):يوضح خصائص البنيوية للفلورين

Grandeur	Valeur
Groupe de symétrie	I_h
Nombre de symétries	120
Nombre de pentagones	12
Nombre d'hexagones	20
Distance C-C moyenne	1,44 Å
Distance C-C sur un pentagone	1,46 Å
Distance C-C sur un hexagone	1,40 Å
Diamètre moyen	7,10 ± 0,07 Å
Diamètre externe	10,34 Å
Epaisseur de la couche électronique	3,35 Å
Volume	$1,87.10^{-22}$ cm^{-3}
Nombre de sites C distincts	1
Nombre de liaison C-C distincte	2

-خواص كيميائية :[10]

-قابيلية لإنحلال في بعض الزيوت وفي بعض المحاليل العطرية

-جزيئات الفلورين يمكن أن ترتبط مع بعضها البعض مكونة البوليمرات الفلورينية

-خواص فيزيائية :[10]

-بعض المركبات الفلورينية ناقلة للكهرباء عند درجة حرارة مرتفعة

-تتميز كذلك بخفة الوزن والمرونة المرتفعة

-بعض الفلورينات تتفكك عند رجة حرارة مرتفعة ويمكن لبعضها أن تتبخر في درجة حرارة مرتفعة وسنحاول فيمايلي إنتاج طاقة ليزرية بالإعتماد على النقاط الكمية وهذه الطاقة موجهة أساسا من أجل إنتزاع جزيئة كربونية (C_2) من الفلورين، حيث يتطلب ذلك طاقة قدرها 11.37eV.

وهذه الطاقة الإجمالية سنتمكن من خلالها من تحطيم أربع روابط كربونية إحادية بينما تبقي الرابطة الكربونية الثنائية مشكلاتا الجزيئة(C_2).

وتقدر قيمة طاقة الرابطة الأحادية الكربونية بحوالي (3.611eV) او348 كيلوجول/مول أي ما يتوافق مع طاقة موجية ذات الطول(344.321nm).

وللإشارة فقط فإن طاقة الرابط الكربونية الثنائية تقدر بحوالي 612 كيلوجول/مول (6.35eV)

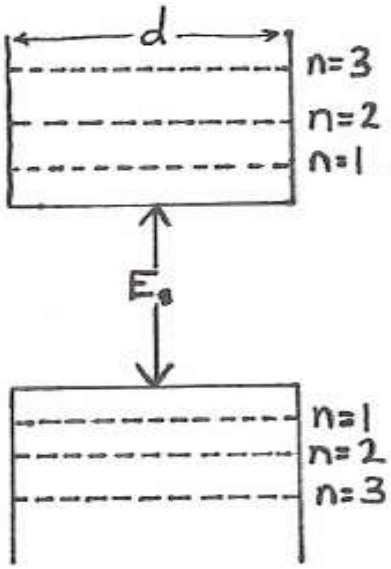
(195,748 nm)

5.III-ضبط مستويات الطاقة:

يعطى مستويات الطاقة النقاط الكمية(الذرات الاصطناعية) في الشكل(5) وفق العبارة التالية:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = E_{BG} + \frac{h^2(n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)}{8m_e^* d^2} + \frac{h^2(n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)}{8m_h^* d^2} \qquad (1-III)$$

وهذا دون الأخذ بعين الإعتبار طاقة التفاعل مابين الالكترونات و الثقوب.



الشكل(III-5):مستويات الطاقة بالنقاط الكمية

وفي حالة إدراج هذا التصحيح الطاقوي والذي يتلخص بالعبارة التالية:

$$V = \frac{-e^2}{4\pi r\varepsilon} \qquad (2-III)$$

وبالتالي تصبح عبارة طاقة المستويات بالذرة الإصطناعية كالاتي:

$$\frac{hc}{\lambda} = E_{BG} + \frac{h^2(n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)}{8m_e^* d^2} + \frac{h^2(n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)}{8m_h^* d^2} - \frac{e^2}{8r\pi\varepsilon} \qquad (3-III)$$

وتمثل الثوابت الواردة في معادلة أعلاه مايلي:

h : ثابت بلانك **υ:** تواتر

ε0: سماحية الفراغ **C :** سرعة الضوء

me: كتلة الالكترون **q :** شحنة الالكترون

me* : الكتلة الفعالة للالكترون بالنقطة الكمومية **ε:** ثابت الفراغ

mh* : الكتلة الفعالة للفجوة بالنقطة الكمومية **Egap:** طاقة الفجوة

و يتضح من العبارة إرتباط توزع مستويات الطاقة بعرض النقطة الكمية(d)وكما يتضح أيضا إرتباطها بقيمة طاقة الفجوة (E_{gap}).

و ترتبط هذه الأخيرة كذلك (E_{gap}) بدرجة حرارة الوسط بالعلاقة التالية:

$$E_{gap}(T) = E_0 - \frac{\alpha T^2}{\beta + T} \qquad (4-III)$$

حيث σ وß معاملات مرتبطة بطبيعة أنصاف النواقل و ترتيبها البلوري تكون في حدود 0،0001.

وE_0هي قيمة الطاقة الفجوة عند درجة الحرارة صفر.

وتسمى بالمعادلة التجريبية "فارشني"(Varshni).

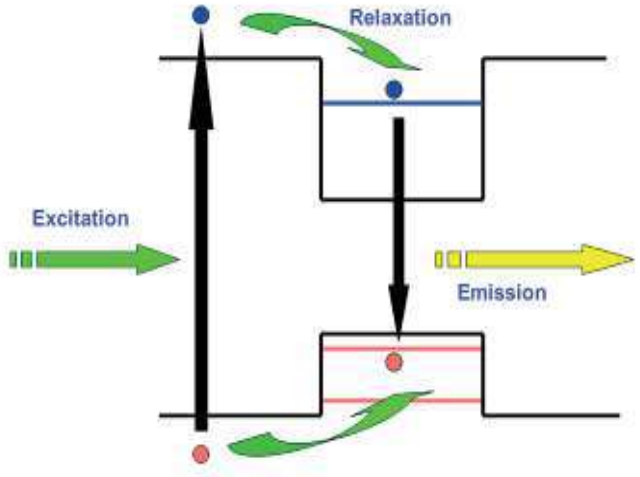
III.6- الموجة الليزرية للنقطة الكمية:

من أجل فك جزيئة كربون من بلورة الفلورين نحتاج إلى طاقة توافق موجة طولها344.321nm. وهذه الطاقة كافية لتحطيم الرابطة الكربونية الأحادية.

وفي البداية نحتاج الى طاقة أولية من أجل ضخ الالكترونات من المستوى الأساسي بشريط التكافؤ الى المستويات العليا بشريط التوصيل عبر الفجوة الطاقوية الكبرى.

وعندها يجب ضبط أبعاد النقطة الكمية و كذا مستويات الطاقة ذات الإحتمال الإنتقال الأكبر وكل هذا من أجل ضمان إصدار موجة ليزرية ذات طاقة مناسبة إثر عملية الإستحثاث الشكل (6).

والشيء الإضافي هنا أن الثقوب لها دور كبير في التوزيع الطاقي بالمستويات و هذا ما توضحه المعادلة السابقة.



الشكل(III-6): يوضح عملية إنتاج ليزر بذرة إصطناعية

المعادلة التالية تعطي إحتمال إنتقال الإلكترونات بالنقاط الكمية بدلالة طاقة الإثارة

$$p(n) = \frac{1}{n!}\left(\frac{P}{P_0}\right)^n e^{-\frac{P}{P_0}} \qquad (5 - III)$$

$$I_X(P) = I_{sat}(1 - p(0)) = I_{sat}\left(1 - e^{-\frac{P}{P_{sat}}}\right) \quad (6 - III)$$

$$I_X(P) = I_{sat}\frac{P}{P_{sat}}e^{-\frac{P}{P_{sat}}} \quad (7 - III)$$

Isat: شدة التشبع

Ix:شدة اصدار طيف

Psat:إستطاعة التشبع

P0:إحتمال إنتزاع أي زوج (إلكترون –فجوة)

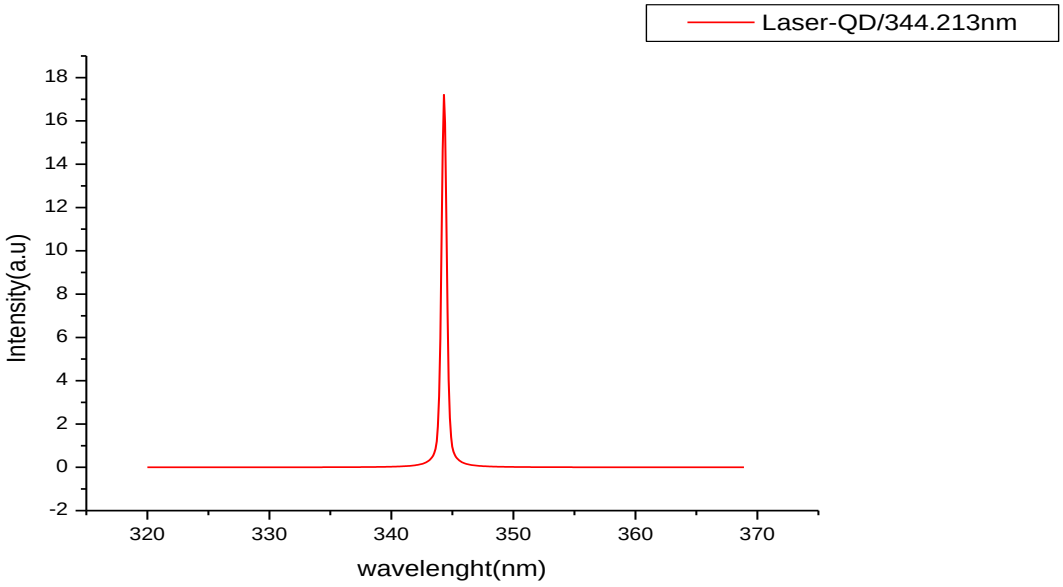
P:إستطاعة الإثارة

n:عدد الزوج (إلكترون –فجوة)

ونحصل على الإشارة الليزرية الازمة بعد إستحثاث هذه الالكترونات بطاقة موجية تتناسب مع الطول الموجي 344.213nm تحدث كثافة إنتقال للالكترونات من المستوى الشبه مستقر بعصابة التوصيل الى المستوى الأساسي بعصابة التكافؤ و ينتج لنا إشعاع ليزري ذو طاقو عالية.

ضبط هذه الإشارةكان من خلال برنامج عددي تم إعداده بلغة الفورترون و يعتمد على جميع المعادلات السابقة. كما تم إدراج ضمن البرنامج المعادلات التي تضبط أشكال الخطوط الطيفية(معادلة لوررنتز، معادلة غوص، معادلة فوايت).

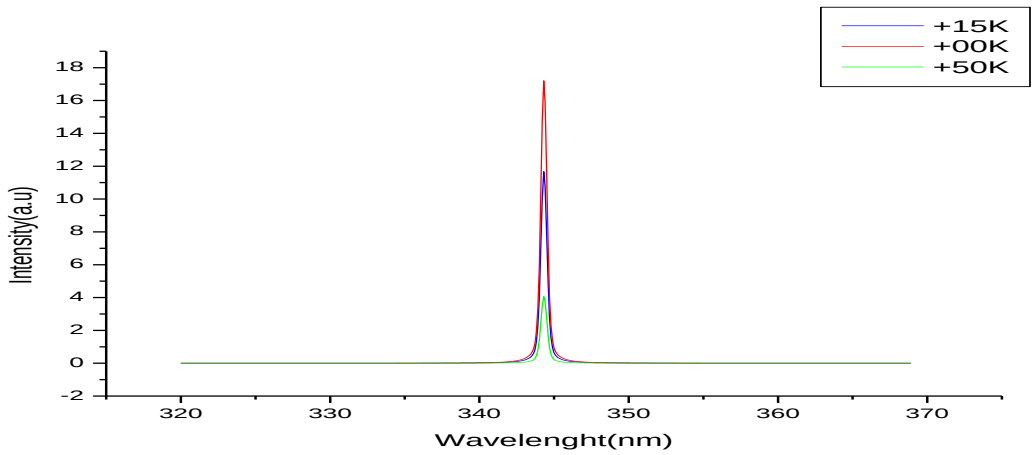
و إشارته الطيفية المتوقع التحصل عليها موضحة بالشكل(7) و هي عند درجة حرارة الغرفة.



الشكل(III-7): الإشارة الليزرية الناتجة عن النقطة الكمية

QD :يقصد بها النقطة الكمية المدروسة عند الطول الموجي (344،213 nm)

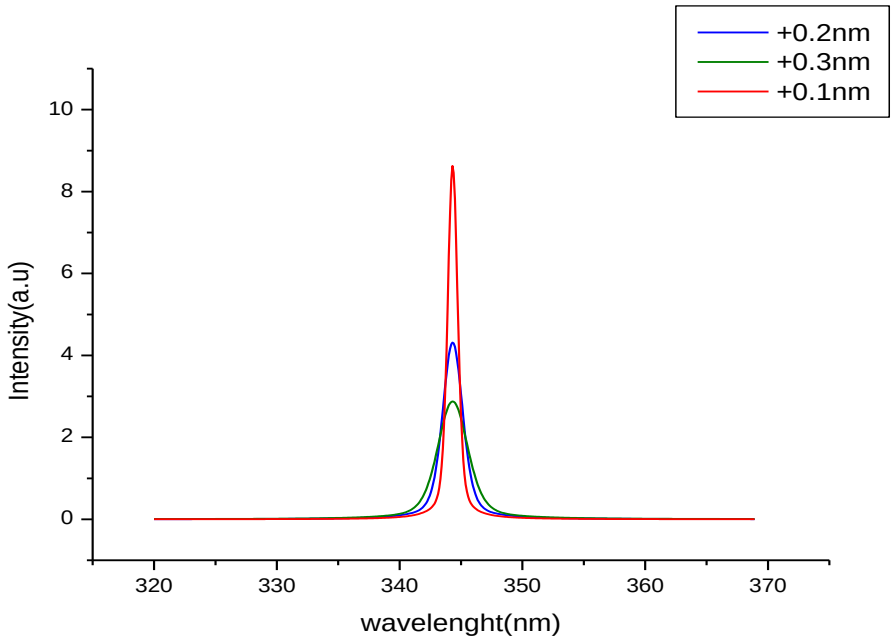
والشكل(4) يوضح تأثير درجة الحرارة على الإشارة الليزية الناتجة:



الشكل(III-8): تأثير درجة الحرارة على الإشارة الليزية الناتجة

ونلاحظ أنه كلما زادت درجة الحرارة قلت شدة الإشارة الليزرية الناتجة، وهذا راجع أساسا الى إرتباط قيمة الفجوة الطاقوية بدرجة الحرارة كما توضحه المعادلة السابقة(4)

كما يوضح الشكل (9) تأثير أبعاد النقاط الكمية على الإشارة الليزرية الناتجة



الشكل(III-9): تأثير أبعاد النقاط الكمية على الإشارة الليزرية الناتجة

ومن خلال النتائج نلاحظ مايلي:

-كلما كانت أبعاد النقاط الكمية أكبر يتقلص الفرق الطاقي ما بين مستويات شريط التكافؤ ومستويات شريط التوصيل و بالتالي يحدث إنزياح للإشارة الليزرية عن وضعها و تنتج بالموازات لها إشارات متقاربة.

- كما نلاحظ و بشكل عام كلما زاد بعد النقطة الكمية يزداد عرض الإشارتها الليزرية وتنقص شدتها.

الخاتمة العامة:

تمكنا خلال هذا العمل من إنتاج إشعاع ليزري ذو طاقة عالية و كافية لتفكيك جزئية كربونية من الفلورين(الكربون 60) وذلك إنطلاقا من الذرات الإصطناعية(النقاط الكمية) كما قمنا بدراسة تغييرات الإشارة المتوقع الحصول عليها ببرنامج رقمي.

وخلال هذه المذكرة إحتجنا الى عرض كل مايلي :

الفصل الاول:

تطرقنا في هذا الفصل الى ظاهرة الإمتصاص والإصدار التلقائي والمستحث وتعرفنا على أنواع الليزر وتطبيقاته وجهاز الليزر وكذلك النظرية الأولية لتضخيم الضوء والية الضخ الضوئي .

أما في الفصل الثاني :

تعرفنا فيه على مبادئ تقنية النانو وخواص المواد النانوية وتصنيفها ومختلف أشكال المواد النانوية وكذلك مجالات تطبيق تكنولوجيا النانو

أما في الفصل الثالث توصلنا الى النتائج التالية:

- ✓ إنتاج موجة لليزرية ذات طاقة محددة إنطلاقا من النقاط الكمية
- ✓ دراسة الإشارة الليزرية المتوقعة ذات الطول الموجي (344.213 nm)
- ✓ وجودتأثير كبير لإبعاد النقط الكمية على شد الإشارة الليزرية الناتجة
- ✓ وجود تاثير درجة الحرارة على شدة الإشارة الليزرية الناتجة.

كما نعهد في المستقبل الى التنفيد التجريبي لهذا النموذج وتطبيقه في مجالات اخرى

1- صالح مصطفى الاتروشي ورياض وديع يوسف ، الليزر اسس واستخدمات ، كلية الهندسة جامعة دهوك 2008م-1429ه

2- شارف عفاف وسعود فتيحة ،مذكرة تخرج ماستر "انتاج الليزر بالطاقة الشمسية بواسطة المركزات الشمسية "،جامعة قاصدي مرباح ورقلة ، 2017/2018

3-مذكرة تخرج ماجستير "ضخ لاوساط المضخمة " الاشعاع الشمسي (حالة الليزر)

4 - علي يوسف والمشرف حسام حاج قاسم ،النانوتكنولوجيا وتطبيقاته في المستقبل ، الجمهورية العربية السورية 2015/2014

5 - نهى علوي الحبشي،كتاب ماهي تقنية النانو (مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة) 1432ه-2011م وزارة الثقافة والاعلام في المملكة العربية السعودية

6 - ا.د.محمد شريف الاسكندراني ،كتاب تكنولوجيا النانو من اجل غد افضل ، 2010م

7– ريم عبدالله المطيري والمشرف د.ايمن عبد الغفار ،النقاط الكمية في نموذج هيزنبارغ ،جامعة الملك عبد العزيز ، المملكة العربية السعودية ، 2009

8- د.شعيل العتيبي ،تقنية النانو والطاقة البديلة خصوصا الطاقة الشمسية ، المملكة العربية السعودية

9 - اماني الشيخاني المشرف بسام ابو كف ،الفوليرين .....بوابة تكنولوجيا المستقبل ، المركز الوطني للمتميزين ،الجمهورية العربية السورية ،2014.2015

10 - YASSER ABDEL-FATTAH ABDEL-HADI,"development of optical concentrator systems for directly solar pumped laser systems,"these de doctorat,technical UNIVERSITY OF BERLIN.INSTITUDE OF OPTICS2005.

11 - High Efficiency solar pumped Laser through a ring Arrag Concentror ZEMAX and LASCAD laser project Report. Rodrigo da cunha ،Antanes Gomes de JULY 2017

12 - olounhyatna .Ahlamontada.com/t 14-topic.

13- ZEGHIBILHEM ,(etude et rélisation d'un concentrateur solaire parabolique),thése de magister,UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE.

14 - BEGGAS AZZEDIN ,(Etat d’art des verres dopés aux ions terres rares :application ampli.Cateur optique) ,thése de magister, UNIVERSITE DE OUARGLA ,2005

15 - B.AIRSTO ,moden physics ,penguin education1971.

16 - حسن عز الدين بلال ،النانو وتطبيقاته ، الاشراف الطباعي انس الحسن ،الجمهورية العربية السورية ، 2014م

الملخص :

تمكنا خلال هذا العمل من وضع الضوابط الأساسية من أجل إنتاج موجه ليزرية ذات طاقة محددة إنطلاقا من نقاط كمية(ذرات اصطناعية) وذلك من أجل تحطيم رابط كربونية إحادية بجزئية الفلورين (C60)،.وبواسطة برنامج عددي تمكنا من دراسة الإشارة الليزرية المتوقعة ذات الطول الموجي (344.213nm) ، تظهر النتائج المتحصل عليها وجود تاثير كبير لأبعاد النقطة الكمية و كذا درجة حرارة الوسط على شدة الإشارة الليزرية الناتجة.

الكلمات المفتاحية: نقاط كمية ، الذرات الإصطناعية، الفلورين،الإشارة الليزرية.

Abstract :

In this work, we have succeeded in establishing fundamental criteria for the production of a specific energy laser pulse from quantum dots (artificial atoms) for to decompose a monocarbon bond in a C60 fullerene particle. From to a numircal program, we were able to study the expected laser signal with a wavelength (344,213 nm). The results obtained showed that the dimensions of the quantum dots and the temperature of the medium had a significant effect on the intensity of the resulting laser signal.

Keywords :quantum dots, artificial atoms, fullerene, laser signal.

Résumé :

Dans ce travail, nous avons réussi à établir des critères fondamentaux pour la production d'une impulsion laser à énergie spécifique à partir de points quantiques (atomes artificiels) pour de décomposer une liaison monocarbonée dans une particule de fullerène C60. Grâce à un programme numérique, nous avons pu étudier le signal laser attendu avec une longueur d'onde (344,213 nm). Les résultats obtenus ont montré que les dimensions des points quantiques et la température du milieu avaient un effet significatif sur l'intensité du signal laser résultant.

Mots clés : points quantique, atomes artificiels, fullerène, signal laser.