بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية التربية

(قسم الفيزياء)

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس بعنوان:

دراسة خصائص الماء بواسطة أشعة الليزر

Study the Properties of Water by laser

إعداد الطـــــــــلاب :

حـــــــمدي أبكر مـــحمد

عبدالسلام محمد إبراهيم

عصـــــــام مركز ممتلو

مـــــــــحمد آدم إبراهـيم

إشـــــراف الدكتورة :

ســـــهاد ســـعد الوكيل

2017 – 2018م

الإستهلال

قال الله تعالى:

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ (1) خَلَقَ الْإِنسَانَ مِنْ عَلَقٍ (2) اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ

الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ (3) عَلَّمَ الْإِنسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ (4) (5)

صدق الله العظيم

سورة العلق آية (1-5)

الإهـــداء

أهدي بحثي هذا إلى قدوتنا ومعلمنا محمد صلى الله عليه وسلم إلى ينبوع العطاء الذي زرع في نفسي الطموح والمثابرة .

إلى

قدوتي الأولى ونبراسي الذي ينير دربي إلى من رفعت رأسي عالياً به إلى القلب الكبير والدي العزيز .

إلى

التي رعاني قلبها قبل عينيها و إحتضنتني أحشائها قبل يديها أهدي سلامي ومحبتي إليها ذلك النبع الصافي التي لاتزيل إلي الظل الذي أوي إليه في كل حين إلى القلب الصبور أمي الحبيبة .

إلى

منبع الحنان عندما تقسوا الأيام وقلبي الكبير عندما افقد كل القلوب إخوتي وا ٍخواتي .

إلى

من كانو ملازي وملجيئ إلى من تذوقت معهم أجمل اللحظات إلى من جعلهم الله إخوتي في الله ومن أحببتهم في الله زملائي وزميلاتي .

إلى

من يجمعون بين سعادتي وحزني إلى من ضاقت السطور عن ذكرهم فوسعهم قلبي أصدقائي وصديقاتي .

الشكروالعرفان

قال تعالى :

(رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي و أن أعمل صالحاً ترضاه وأصلح لي في ذريتي إني تبت إليك و أني من المسلمين) سورة الأحقاف ، الآية (15)

الشكر لله أولا ً على ماهدى ووفق وسدد . الشكر وكل الشكر إلى ذلك الصرح العلمي جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ، ونخص بالشكر أسرة كلية التربية متمثلة في الأساتذة الأجلاء . كما يجدر بناأن نتقدم ببالغ الإمتنان وجزيل العرفان إلى من وجهنا وعلمنا وأخذ بيدنا في سبيل إنجاز هذا البحث مشرفتنا

المستخلص :

هدفت هذه الدراسة إلى معرف بعض خصائص الماء بواسطة أشعة الليزر ، وثم التعرف على نسبة النفاذية والإمتصاصية بأخذ ثلاثة عينات مختلفة من المياه (النقية ، الحنفية، البحر).

Abstract:
The aim of this study was to know some properties of water by laser beams. The rate of transmittance and absorption was determined by taking three different samples of water (pure , tap, sea) .

فـهرس المـــوضـوعات

الرقم	المـــــوضـوع	رقم الصفحة
1	الآية	أ
2	الإهداء	ب
3	الشكر والعرفان	ج
4	المستخلص	د
5	Abstract	هـ
6	فهرس الموضوعات	و - ز
	الفصل الأول **أشعة الليزر**	
7	المقدمة	2
8	الخواص الطبيعية لليزر	3
9	فوائد شعاع الليزر	4
10	المعوقات في إستخدام الليزر	5
11	العناصر الأساسية لليزر	5
12	شروط الإنبعاث الليزري	8
13	أنواع الليزرات	10

الفصل الثاني **تفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة**		
14	المقدمة	**18**
15	تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة	**18**
الفصل الثالث **الطيف**		
16	مقدمة	**25**
17	أنواع الأطياف	**26**
18	طرق الحصول علي الطيف	**28**
19	الخلية الكهروضوئية	**29**
20	الماء	**30**
21	الخواص الفيزيائية للماء	**30**
الفصل الرابع **الجانب العملي**		
22	الجانب العملي	**34**
23	النتائج	**36**
24	صور من الجانب العملي	**39**
25	تحليل النتائج	**40**
26	التوصيات	**41**
27	قائمة المصادر والمراجع	**42**

الفصل الاول

أشعة الليزر

الفـصل الأول

أشعــة الليــزر

1-1 المـقدمة :

الليزر ترجمة حرفية للأصل الإنجليزي LASER وهي كلمة أولية تتكون من الحروف الأولى للكلمات الصادرة Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation وتعني تضخيم الضوء بالإنبعاث المستحث (المحفز) للإشعاع .

ومن المألوف في الوقت الحالي إستخدام كلمة الليزر كإسم للجهاز الذي ينتج هذا النوع من الأشعة . ومن الناحية التاريخية يعتبر جهاز الليزر ثمرة (الميزر) وهو جهاز مماثل يستخدم أمواج الراديو Radio Waves بدلاً عن أمواج الضوء المرئي .

في عام 1916م أرسى العالم البرت أينشتاين المبادئ الضرورية للتطورات اللاحقة في فيزياء الليزر ، وذلك في بحثه المنشور بعنوان الإنبعاث المستحث Stimulated Emission ولقد بنيت أفكار أينشتاين على نتائج نظرية الكم Quantum Theory التي وضع أسسها العالم الألماني ماكس بلانك في عام 1900م والعالم الدنمركي نيلز بوهر في عام 1913م .

أما أول ميزر بنى بنجاح فكان على يد تشارلز تاونز ومساعديه في جامعة كولومبيا بالو لايات المتحدة الأمريكية بين عامي 1951 -1953م وقد نال تاونز جائزة نوبل للفيزياء عام 1964م بالإشتراك مع العالمين السوفيتين ن.ج و أ.م بروخروف عن أبحاثهم في هذا المجال وفي عام 1958م نشر تشارلز تاونز وأثر شاولو من (مختبرات بل الأمريكية) بحثاً ضمناه أسس الميزر الضوئي وما أسمياه الليزر الضوئي .

ولقد قام تيودور ميمان عام 1960م ببناء أول ليزر بنجاح في مختبرات شركة هيوجز للطائرات Hughes Aircraft مستخدماً تلك الأسس . ومنذ ذلك الحين أجريت أبحاث كثيرة لتطوير الليزر . وتعددت تطبيقات أجهزة الليزر في شتى نواحي الحياة و أصبحت هذه

الأجهزة واسعة الإنتشار من حيث إستخدامها في مجالات كثيرة ومن حيث أحجامها و أشكالها .(د. أحمد الناغي ، د. رشاد فؤاد السيد ،2001م،ص15)

2-1الخواص الطبيعية لليزر :

تستخدم كلمة اليزر للتعبير عن أي منطقة من مناطق الطيف ، ولمعرفة الليزر يجب في الواقع التعرف على الطيف الكهرومغنطيسي والذي يبدأ من الموجات الراديوية الطويلة إلى الموجات القصيرة لأشعة قاما العالية الطاقة .

وكما هو معروف فإن المنطقة الضيقة من الطيف ، والمعروفة لنا بالمرئية أو الضوء الأبيض ، تتكون من الألوان الضوئية التالية :

أحمر ، برتقالي ، أصفر ، أخضر ، أزرق ، نيلي، بنفسجي .

كما أن الترددات لهذه الإشعاعات وأطوالها الموجية مختلفة ومضطربة ، فهي أشبه بالضوضاء بمقارنتها مع الموجات الصوتية ، بينما نجد أن ضوء أشعة الليزر منظم ومركز مثل النوتة الموسيقية الواضحة بالمقارنة مرة أخرى بالموجات الصوتية .

وفي الليزر عمل الإضطراب الطبيعي للموجات على ترابطها Coherence حيث تنبعث الفوتونات ، الوحدات الأساسية الطيفية على شكل دفعات منتظمة ذات تردد واحد ونظراً لأن الموجات تترابط فإن الفوتونات تقوي بعضها البعض وتزيد من قدرتها على نقل الطاقة .

كما أسلفنا فإن أول جهاز ليزر باعث لأشعة مركزة كان في منطقة المايكروويف ذات طاقة ضئيلة .

واليوم توسعت تقنية الليزر لتشمل ما وراء المنطقة فوق البنفسجية بإتجاه الطاقة العالية للأشعة السينية، وكل طول موجي في هذه المناطق يعطى القدرة والمساعدة للإنسان على إبتكار تطبيقات متنوعة .

يتميز شعاع الليزر ، أي إن كانت مادته أو منطقة طيفه بالخواص الرئيسية التالية :

- أحادي اللون Monochromatic :

أي ذو عرض طيفي ضيق ينتج عنه تردد مفرد نقي ، وهذه الصفة الموجبة كانت تتميز بها الأشعة الراديوية دون سواها .

-توازي الحزم الضوئية Collimation:

أي يكاد التشتت أو التفريق في الحزمة يكون معدوماً ، كما أنها بطبيعتها مركزة دون حاجة لإستخدام عدسات ، وقطرها يصل إلى أقل من قطر الدبوس ، ويمكنها أن تنتقل إلى مسافات طويلة بفقد قليل من الطاقة خصوصاً إذا إنعدم وجود مواد ممتصه في مسارها .

-الترابط Coherence :

الترابط بين موجات الحزمة الواحدة مكانياً وزمانياً يساعد الموجاتالضوئية أو الفوتونات في تقوية بعضها البعض لتعطي طاقة وقدرة عالية للحزمة الواحدة .

- الشدة Lnteensity :

شدة الشعاع عالية ومركزة في حزمة ذات قطر ضيق لا يتجاوز الواحد ملم متر ، وعند إستخدام البصريات الملائمة يمكن تعريضها وفق الحاجة ، بالإضافة إلى أننا نستطيع تركيزها في بقعة صغيرة تملك قدرة كثافية Powerdensity هائلة (وهي القدرة في وحدة المساحة) .

1-3 فوائد شعاع الليزر :

- لحزمة الضوئية لشعاع الليزر لا تملك كتلة ، نظراً لان كتلة الفوتونات المؤلفة لها تساوي صفراً .

-ويمكن أن تكون الحزمة الضوئية مستمرة التدفق Continuos Wave (C.W) أو نبضية Pulse وتتخذ هذه النبضات أشكالاً متعددة ومعدلات إعادة مختلفة ، تبدأ من نبضة في الثانية الواحدة أو أجزائها إلى ملايين النبضات في الثانية .

- سهولة السيطرة على حزمة الليزر خصوصاً ذات الترددات الضوئية المرئية للعين المجردة.

- سهولة إدارة وإدامة الليزر إذا ما قورنت بالإشعاعات الذرية والنووية الأخرى .

1-4المعوقات في إستخدام الليزر :

- حزمة خطرة وخصوصاً عند تعرضها لحاسة البصر .
- تحتاج إلى قدرة عالية للتشغيل ، وحيث أن طرق الحث يمكن أن تأخذ أشكالاً متنوعة ، وهي مجملها تحويل الطاقات المختلفة إلى طاقة ضوئية .
- تحتاج إلى دقة متناهية في تطابق المستويات البصرية لبدء الإنبعاث الليزري .

1-5 العناصر الأساسية لليزر :

أن العنصر الليزري يحمل في طياته القدرة على النفاذ في أغوار المواد سواء كانت غازية ، أو صلبة ، أو سائلة لتسخير ذراتها وجزيئاتها وحث كل منهما أو (تحفيزهما)، لإنتاج وبعث شعاع فريد في صفاته الفيزيائية ، وحيد في مميزاته التطبيقية ، فائق الجودة في خواصه ، يتألف من رقائق ضوئية (تسمى بالفوتونات) ، ذات ترددات أو أطوال موجية معتمدة على نوع المادة المثارة والطريقة المستخدمة فيحث هذا الشعاع قد يكون مرئياً للإنسان أو غير مرئي ، مستمر التدفق أو متقطع (نبضي) .

من المعروف في علم المواد ، أن المواد المختلفة تتكون من ذرات عنصر أو أكثر من عناصر الجدول الدوري والتي لا يتجاوز عددها (104)تتحد ذرات هذه العناصر بصورة متنوعة لتؤلف عدداً لا يحصى من الجزيئات التي بدورها تكون المركبات المختلفة من كل هذه العناصر أو مركباتها ، معطية الصفات المعروفة للمواد . ومن الممكن نظرياً بعث شعاع الليزر من كل هذه العناصر وعملياً تستوجب هذه العملية إيجاد طرق الحث المناسبة وقد تم فعلاً التوصل خلال الأعوام القليلة الماضية إلى تكوين شعاع الليزر من عدد كبير من الذرات أوالجزيئات سواء كانت على شكل مركبات غازية أو صلبة ، أو سائلة .ومن هذه الأجهزة ما يباع تجارياً ، ومنها ماهو قيد التجربة والبحث .وتمتاز هذه الأجهزة بأشكالها و أحجامها وطاقاتها المختلفة ، إلا أن أساسيات تصميمها واحدة وهي تو افر ثلاثة عناصر رئيسية مشتركة:

(الوسط الفعال أو المادي، مصدر الطاقة ، والمرنان) .

1-5-1الوسط الفعال أو الماديMaterial Medium:

أو توافر المادة الفعالة بالكمية المناسبة وقدتكون المادة مكونة أو محاطة بالمرنّان Resonator .

ومن أمثلة المواد الفعالة الشائعة الإستعمال حالياً :

- البلورات الصلبة Crystalline solid ، مثل الياقوت الصناعي Ruby وعقيق الألمونيوم والزجاج المسمى بالياج ND:YAG .
- المواد الغازية الذرية Atomic Gas، مثل خليط غاز الهيليوم والنيونHe.NE وخليط غاز الهيليوم والكادميوم CD. HE وبخار الماء H_2O .
- الغازات المتأينة Ionic gases مثل الأرجون AR وغاز الكربتون KR .
- الجزيئات الغازية Molecular gases مثل غاز أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكربون co_2 .
- الصبغيات السائلة Liquiddye وهي صبغات كيميائية عضوية مختلفة مذابة في الماء.
- المواد الصلبة نصف الموصلة Semi . Conductors ، مثل أرسنيك الجاليوم AS– GA .

1-5-2 مصدر الطاقة : Source of Energy:

وهي التي تحدد طريقة الحث لإثارة المادة الفعالة وحثها على بعث شعاع الليزر وتتنوع مصادر الطاقة المستخدمة حالياً ومنها :

- الطاقة الكهربائية Electrical Energy : وتتمثل في إستعمال الطاقة الكهربائية المباشرة بأسلوبين مثل : إستخدام مصادر للترددات الراديووية R.F كطاقة داخلية أو إستخدام التفريغ الكهربائي في التيار المستمر مثال ذلك ليزر غاز ثاني أوكسيد الكربون –وليزر الهليوم / نيون ، وليزر غاز الأرجون .

- الطاقة الضوئية Radiant energy : والمعروفة بإسم الضخ الضوئي ويمكن أن تتبعث من مصدرين رئسيين هما :

إستخدام المصابيح الوهاجة Flash lamp ذات القدرة الكبيرة كما في ليزر الياقوت . أو إستخدام شعاع ليزر كمصدر طاقة إلى ليزر آخر وهذه الآخيرة شائعة الإستخدام في إنتاج إشعاعات ليزرية كثيرة في مناطق الطيف المختلفة ، ومثال ذلك ليزرات الصبغات السائلة DYE المتوفرة تجارياً .

- الطاقة الحرارية Thermal energy : يمكن أن يتسبب كل من الضغط الحركي للغازات ، والتغيرات في درجات الحرارة في حث و إثار ة المواد لتبعث أشعة ليزر .
- الطاقة الكيميائية Chemical energy : تعطي التفاعلات الكيميائية بين مزيج من الهيدروجين H_2 والفلور F_2طاقة مسببة لحث هذه الجزئيات على بعث الإشعاع الليزري، وكذلك مع خليط فلوريد الديتيريومDF وثاني أوكسيد الكربون ... مثال ذلك الليزرات الكيميائية .

3-5-1 المر نان Resonator:

وهو الوعاء الحاوي والمنشط لعملية التكبير ، وفي العادة يستخدم إما :

- المرنان الخارجي : وهو مرآتان متوازيتان في نهاية الأنبوب الحاوي للمادة الفعالة ، وتكون الإنعكاسات المتعددة بينهما هي الأساس في عملية التكبير الضوئي Amplification. كما في الليزرات الغازية .
- المرنان الداخلي : ويتمثل في طلاء نهايات المادة الفعالة لتعمل عمل المرآة كما في ليزر بلورات الياقوت Ruby وليزر عقيق الألمنيوم وفي الليزرات الصلبة بصورة عامة .

وفي كلا الحالتين يجب أن تكون إحدى المرآتين عاكسة كلياً للفوتونات الضوئية والأخرى تسمح بالنفاذ الجزئي لكي يتسنى لشعاع الليزر الخروج منها خارج المرنان .

1-6 شروط الإنبعاث الليزري :

للحصول على أشعة الليزر من الضروري توفر ثلاثة شروط أساسية وهي :

1- الإنبعاث المستحث .

2- حدوث التعداد المعكوس .

3- التكبير الضوئي .

ولوصف مثل هذه الظواهر يجب أن نعيد الذاكرة أن كل المواد المتوفرة في الطبيعة بدون تمييز، سواء كانت في حالة صلبة أو سائلة أو غازية ، تتألف من عنصر أو أكثر على شكل جزيئات أو ذرات .

تتألف هذه الجزيئات والذرات من إلكترونات وبروتونات وجسيمات نووية أخرى ، توجد جميع هذه الجسيمات في الطبيعة في حالة إستقرار أو في حالة تهيج ونعبر عن ذلك بوجود هذه الجسيمات في مستويات الطاقة المختلفة ، ومستويات الطاقة هي المميزة لذرة عن أخرى أو جزيئ عن أخر . وعلم الطيف يعتبر المفتاح لدراسة ومعرفة هذه المستويات في كل ذرة قد نجد مثلاً في غاز الأكسجين عدداً كبيراً من ذرات الأوكسجين في المستويات طاقة منخفضة (ويعرف أحياناً بالأرضية) بالإضافة إلى عدد يسير من ذراته في حالة تهيج ، أي في مستويات طاقة عالية ، ويعتمد وجود هذه الذرات هنا أو هناك ونسبتها على الظروف الطبيعية المحيطة بالغاز وكمثال آخر ، في الماء نجد أن غالبية جزيئاته وذراته تكون في مستويات منخفضة في درجات الحرارة العادية ، أما عند رفع هذه الحرارة فتتجه الذرات إلى مستويات الطاقة العليا بعد إمتصاصها للطاقة الحرارية ، إلا أنها دوماً تنجح للهبوط للمستويات المنخفضة وخصوصاً بعد زوال المسبب، و آنذاك تبعث هذه الذرات والجزيئات الطاقة الممتصه على صيغة إشعاع كهرومغناطيسي ، يعتمد طول موجته على فر ق الطاقة بين المستويات التي حصل بينها الإنتقال .

1-6-1الإنبعاث المستحث Stimulated Emission:

تحت الظروف الطبيعية (العادية) تكون غالبية الذرات في مستوى الطاقة الأول ، وعدد قليل منها في المستويات العليا . والذرات التي تكون في حالة تهيج أي في مستويات طاقة عليا تبعث الفوتونات الضوئية تلقائياً .(للتخلص من حالة التهيج ، أي الطاقة الزائدة وللنزول إلى مستويات طاقة أقل)، ومثل هذه العملية تكون عشوائية الحدوث ، و الفوتونات المنبعثة لا تكون مترابطة مع بعضها البعض أي لا تكون بنفس الطور .

يوجد نوع آخر من الإنبعاث يلعب الدور المهم المسمى بالإنبعاث المستحث Stimulated emission وهو عند إصطدام فوتون طاقته مساوية للفرق بين مستويين للطاقة مع ذرة في مستوى طاقة عليا ، يعمل هذا الفوتون على حث الذرة في بعث فوتون آخر يملك نفس طاقة الفوتون الأول ويكون في حالة ترابط طوري معه .

وقد يحدث الإنبعاث المستحث في ظروف طبيعية عادية ولكن في حالات نادرة جداً ، يرجع ذلك لقلة عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا تحت هذه الظروف ، ومن ثم فإحتمال الإنتقال يكون صغير .

1-6-2التعداد المعكوس Population Inversion:

ويتطلب إنبعاث أشعة الليزر العمل على زيادة عدد الذرات في مستويات الطاقة العلياء أي زيادة تعدادها عن الحالة الطبيعية فيها بإستخدام طاقة خارجية مثلاً وعندما يكون عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا أكثر من عدد الذرات في مستويات الطاقة الدنيا نستطيع القول بأنه حصل إنقلاب في التعداد أو عكس التعداد وهو ما سميناه بالتعداد المعكوس وتحت هذه الشروط يكون إحتمال حدوث الإنبعاث المستحث كبير ويمكن الحصول على فوتونات مترابطة في الطور مع بعضها البعض .

1-6-3 التكبير الضوئي Light Amplification:

عند تجبر مجموعة من الذرات أو الجزئيات لتكون في وضع متهيج ، أي تملك طاقة عالية ، بمعنى آخر الحصول على تعدد كثيف في مستويات الطاقة العليا ، فإن إنبعاث فوتون

مقدر خلال إنتقال الذرة أو الجزيئة إلى مستوى أقل سوف يحث غالبية الذرات الأخرى الموجودة في نفس مستويات الطاقة للإنتقال وبعث الطاقة الزائدة على شكل فوتون .

1-7 أنواع الليزر :

ذكرنا أنه للحصول على أشعة الليزر من مركب مايجب أن توجد به ذرات عنصر أو مادة تمتلك بنية تحتية تجعلها تتعاون جميعاً في بعث ضوئها آنياً وفي نفس الإتجاه . ونطلق على هذه المادة تسمية (المادة الفعالة) فمثلاً في حالة ليزر الياقوت الأحمر تتكون المادة أساساً من عنصر أكسيد الألمونيوم مضافاً إليها نسبة صغيرة جداً من عنصر أكسيد الكروم ويمكن تقسيم أنواع الليزر طبقاً للحالة الفيزيائية للمادة الفعالة (صلبة أو سائلةأو غازية، أو شبه موصلة) وكذلك طبقاً لطريقة ضخ الطاقة التي ترفع إلكترونيات الذرات من المستوى الأرضي (المستقر) إلى المناسيب العليا (المثارة).

1-7-1 ليزر الحالة الصلبة :

في الغالب من ليزرات الحالة الصلبة . تكون المادة الفعالة ، عبارة عن مادة بلورية أو زجاج مضاف إليه نسبة ضئيلة من الشوائب . لَ أكثر هذه البلورات شيوعاً بلورة الياقوت الأحمر Ruby وهي عبارة عن أكسيد الألمونيوم مضافاً إليه 0.05% من أيونات أكسيد الكروم الثلاثية (Alo_3: cro_3)وهذه النسبة الضئيلة من أيونات أكسيد الكروم هي التي توفر المناسيب شبه المستقرة للطاقة ، وبالتالي تقوم الظروف المناسبة لحدوث الإنقلاب الإسكاني وما يتبعه من إنبعاث محفز للضوءومن البلورات المستخدمة لإنتاج الليزرات أيضاً بلورة الجارنت ألمونيوم– أتريوم yttrium Alaminium Granetالمطعمة بأيونات معدن النيودنييومNeodnium الثلاثية ورمزها الكيميائي (Y_3 AL_5 O_{12}: ND^{3+}) وتسمى إختصاراً بليزر (نيودنييوم ياج)

(Nd: YAG) وهنالك أنواع مماثلة من الليزرات مثل ليزر النيودنييوم – زجاج (Nd: glass) وفيه تستخدم أنواع مختلفة من الزجاج مثل زجاج الورين الذي يحتوي على أكسيد البورون وزجاج فوسفات الرصاص وزجاج السيليكا.

ويمتاز ليزر النيودنييوم – زجاج برخص ثمنه و مقاومة مادته الفعالة للكسر والأضرار الميكانيكية نتيجة خلو الزجاج من الإجهادات والإنفعالات الداخلية .

2-7-1ليزر الحالة السائلة :

وفيه تكون المادة الفعالة أما محاليل أو صبغات عضوية أو سوائل تم تحضيرها مع إضافة أيونات بعض العناصر الأرضية النادرة مثل أيونات النيودنييوم أو الأربيون وتنقسم هذه السوائل إلى نوعين :

سوائل عضوية معدنية (شيلات) Organometallic (Chelate) أو سوائل غير عضوية (أبودتونك) Inorganic (Apotonic) وهنالك أنواع أخرى من السوائل المستخدمة لمادة فعالة في الليزر و أهمها الصبغات العضوية المذابة في سوائل مثل الماء والإيثانون والميثانون والتولوين والبنزين والأستون وغيرها .

والصبغات عبارة عن مركبات عضوية معقدة تمتاز بوجود شرائح عريضة من مناسيب الطاقة تمتص الأشعة في منطقة كبيرة من أطوال أمواج طيف الضوء المرئي وجزء من طيف الأشعة فوق البنفسجية ويوجد أكثر من ميئتي صبغة عضوية يتم إستخدامها في الحصول على أشعة ليزر ذات أطوال موجبة تقع في المدى من (0.3 إلى 1.3) ميكروميتر .

- (3a-7-1)ليزر الحالة الغازية (الذرية) :

الليزر الغازي هو أكثر أنواع الليزر إستخداماً نظراً لقلة تكلفته ولأكثر الليزرات الغازية شيوعاً هو الذي تتكون مادته الفعالة من خليط من غازي الهيليوم والنيون (He:Ne) بنسبة 1 إلى 10 . ويقع شعاع الليزر الصادر من هذا الخليط في المنطقة الحمراء من الضوء المرئي وتوجد أنواع أخرى من الليزر تستخدم مخاليط من الهيليوم والسلينوم (He : Se) ومن الهيليوم والكادميوم (He: Cd) ، ويقع إشعاعها في المنطقة الزرقاء من الطيف المرئي.

b(-3-7-1)ليزر الحالة الغازية (الأيونية) :

تتضمن هذه الأجهزة أنواعاً متعددة من الليزر ، تكون مادته الفعالة غازاً أحادي التأين ، يتولد في البلازما الساخنة الناتجة من أحداث تفريغ كهربائي في الذرات المتعادلة لهذا الغاز النقي . ونتيجة للتفريغ الكهربائي تتكون الذرات أحادية التأين في مناسيب مثارة عالية وماتلبث هذه الذرات أن تعود أدراجها إلى المناسيب المنخفضةُ طلقةً أشعةً ليزريةً . و أهم هذه الأنواع ليزر الأرجون أحادي التأين Ar^+الذي يـُصدر شعاعي ليزر شديدين إحداهما يقع في منطقة الضوء الأخضر والآخر في منطقة الضوء الأزرق ويليه في الأهمية ليزر الكر بتون أحادي التأين Kr^+ الذي يبعث بأشعة ليزر في المنطقة الحمراء .

c(-3-7-1) ليزر الحالة الغازية (الجزيئية) :

ليزر ثاني أكسيد الكربون هو أشهر هذه الأنواع بسبب إستخداماته المتعددة في الصناعة والطب وتوليد الطاقة .

والمادة الفعالة في هذا الليزر هي جزيئات ثاني أكسيد الكربون والهيلوم والنيتروجين وتنتج أشعة الليزر من إنتقالات الإلكترونيات بين المناسيب التذبذبية في الجزيئات ويعتبر ثاني اكسيد الكربون هو العنصر المسؤول عن إنتاج الليزر.

ويقع الطول الموجي لليزر ثاني أكسيد الكربون في منطقة الأشعة تحت الحمراء غير المرئية.

ويختلف ليزر النتروجين و الهيدروجين الجزيئين عن ليزر ثاني أكسيد الكربون . ففي الحالة الأولى تنتج أشعة الليزر من إنتقالات الإلكترونيات بين المناسيب الإلكترونية في جزيئ النتروجين أو الهيدروجين وليس بين المناسيب التذبذبية كما في حالة ثاني أكسيد الكربون .

ويقع الطول الموجي لليزر النتروجين أو الهيدروجين في منطقة الأشعة فوق البنفسجية .

ومن الأجهزة الحديثة لإنتاج هذا النوع من الليزر جهاز ليزر الأكسيمر Exeimer Lasor وتسمية ((إكسيمر)) أخذت من نظرية خطأ تتضمن أن الجزيئالمثار يتكون من مركبتين متماثلتين أي أنه Excited dimer . والحقيقة أنجز يئ الإكسيمر يتكونمن ذرة غاز خامل

(نادر) inert (rare) متحدة مع ذرة هالوجين ويكون الجز يئ في حالة مثارة excited state ثم لا يلبث أن ينقسم بعد إنبعاث أشعة الليزر وعودة الجز يئ للمنسوب الأرضي .

ومن أمثلة ليزر الإكسيمر ، ليزر : فلوريد الأرجون ARF وفلوريد الإكسيتون xef وكلوريد الأرجون ARC وكلوريد الكريبتون Krcl وكلوريد الإكسينون Xecl وبروميد الإكسينون Xebr .

ويتراوح الطول الموجي لأشعة ليزر الإكسيمر من 1930 أنجستروم (الأنجستروم السنتمتر وحدة قياس الطول الموجي وتساوى 10^{-10}أي جزء من مائة مليون جزء من السنتمتر في حالة فلوريد الأرجون ARF إلى 3510 أنجستروم في حالة فلوريد الأكسينون XEF .

4-7-1ليزر الحالة الكيميائية :

وفيه يتم إطلاق الطاقة الكيميائية المخزونة في بعض المواد عن طريق التفاعلات الكيميائية وتحويلها لطاقة ضوئية في صورة أشعة الليزر – و أكثر هذه المواد إستخداماً الهيدروجين والفلورين. فإذا حدث تفاعل بين ذرة فلورين F وجز يئ هيدروجين H_2ينتج جزيئ فلوريدالهيدروجين HF في منسوب مثار وتنطلق طاقة طبقاً للمعادلة الكيميائية .

$2F + 2D_2 \rightarrow 2DF + D_2 + energy$ (طاقة)

$2H + 2CL_2 \rightarrow 2H\ CL + CL_2 + energy$ (طاقة)

$2CL + 2HL \rightarrow 2HCL + L_2 + + energy$ (طاقة)

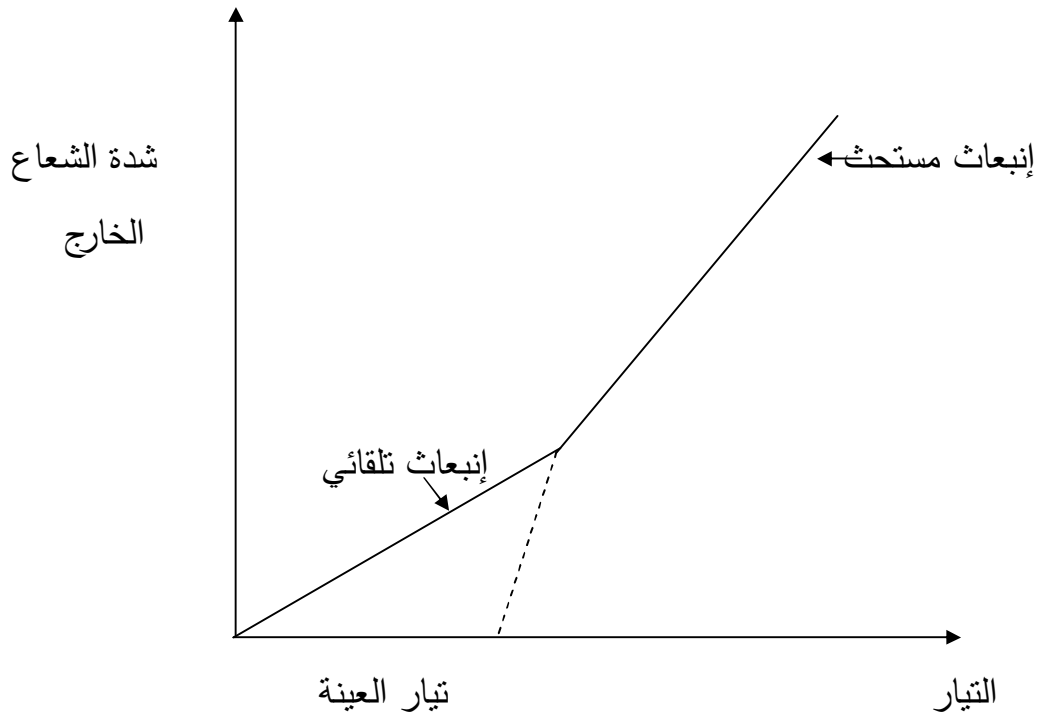
وتمتاز هذه المواد بقدرتها على إنتاج طاقة ضوئية عالية ناتجة من الطاقة الكيميائية المختزنة دون الحاجة لضخ طاقة كهربائية أو ضوئية .

5-7-1 ليزر أشباه الموصلات :

يعد ليزر أشباه الموصلات من أحدث أنواع الليزرات ، إذا أكتُشف منذ حوالي خمسة عشر عاماً فقط ، ولهذا النوع من الليزر أهمية خاصة حيث يستخدم في الإتصالات وفي الحاسبات الرقمية وفي الأجهزة الإلكترونية الضوئية المعقدة ، ولفهم كيفية عمله فمن

الضروري إعطاء فكرة عن فيزياء أشباه الموصلات .(د. فاروق عبد الله الوطبان ، 1987م ، ص12-18).

تختلف ليزرات أشباه الموصلات عن ليزرات الحالة الصلبة الإعتيادية في طريقة ضخ الطاقة و إحتوائها على حزم عريضة من مستويات الطاقة بدلاً من المستويات المفردة التي تحدث بينها الإنتقالات التي تشارك في عملية الإنبعاث الليزري ، حيث تحتوي كل حزمة على عدد كبير من مستويات الطاقة المتقاربة والتي لايقترن وجودها بذرات معينة وإنما تشترك فيها المادة البلورية كلها ويكون إزدياد قيمة التوزيع المعكوس (عامل الكسب) بمقدار التيار الذي يمر عبر وصلة الوسط شبه الموصل الفعال ، عند القيم الصغيرة للتيار يتعادل التوزيع المعكوس المتولد مع مقدار الخسارة الموجودة في الوسط وعندئذ لايحدث أي فعل ليزري تكون الأشعة المنبعثة صادرة نتيجة الإنبعاث التلقائي في الوسط المتهيج كما يحدث في حالة الثنائي الإعتيادي الباعث للضوء LED الذي يزداد إنبعاث ضوئية مع التيار ، أما عند زيادة التيار إلى قيمة تتجاوز حد العتبة فإن الإنبعاث الليزري سيحدث وتزداد شدته مع زيادة التيار أي أن ليزر أشباه الموصلات هو ثنائي .



(الشكل يوضح علاقة شدة الشعاع الليزري المنبعث مع التيار)

ومن مادة شبة موصل تتميز بأنها ذات فجوة حزمية مباشرة وأكثر أنواعه شيوعاً هو ثنائي وصلة زرنيخ الكاليوم (GAAS) الذي يبعث في المنطقة تحت الحمراء القريبة بطول موجي 0.85 مايكرون، يحدث الفعل الليزري في ليزر أشباه الموصلات في وصلة (P-n) (P-n Junction) نتيجة الإنتقال بين المستويات الإلكترونية لحزمة التوصيل Conduction Band والمستويات الإلكترونية لحزمة التكافؤ (Valence Band) ولذلك فإن الإنتقالات قد تحدث بين أوضاع إلكترونية ذات طاقة مختلفة وليس كالإنتقالات التي تكون بين مستويات طاقة محددة .

لقد تم إكتشاف هذا النوع من الليزر سنة 1961م وله كثير من التطبيقات العملية أهمها في حقل الإتصالات وقد أستخدم أيضاً في ضخ أنواع أخرى من الليزر حيث يتميز بالصفات الآتية:

1- صغر الحجم (50×10×300) مايكرون .

2- إمكان ضخه المباشر بإستخدام تيار كهربي صغير نوعاً ما (15- 150) ملي أمبير.

3- الكفاءة العالية التي قد تصل إلى 33% .

4- إمكانية التحكم بشدة الشعاع الخارج مباشرة بواسطة التيار الكهربي الضاخ .

5- رخص الثمن .

6- خاصية التنغيم أي إمكانية الحصول على أي طول موجي من بين أطوال موجية متعددة من الليزر نفسه .

أن للمواد شبه الموصلة إنتقالات متعددة يمكن بموجبها الحصول على إنبعاث ليزري ومن أهم الإنتقالات هي :

أ- الإنتقالات بين مستويات الطاقة للذرات الشائبة المضافة إلى المادة الأصلية .

ب- الإنتقالات بين مستويات الطاقة للأنظمة الموجودة في المواد شبه الموصلة النقية .

ج- الإنتقالات بين المستويات المغناطيسية . (خالد عبد الحميد ، وليد خلف حمودي، ص211-214)

1-7-5 أنواع أخرى من الليزرات :

1- 5-7-1-ليزر البلازما :

المادة في أطوارها الثلاثة المعتادة تتكون من ذرات متعادلة كهربائياً .والذرات تتكون بدورها من إلكترونيات وأنوية ترتبط ببعضها بقوة تجاذب كهروستاتيكي . و إذا ضخت كمية كافية من الطاقة في المادة (مثل إحداث تفريغ كهربائي بها) فإن الإلكترونيات السالبة الشحنة تتحرر من أثر الذرة مخلفةً وراءها أيونات موجبة وتتكون حالة تكون فيها الإلكترونيات السالبة الشحنة و الأيوناتموجبة الشحنة في حالة حر ة ومتلاطمة يتصادم بعضها البعض ، وتسمى هذه الحالة بالحالة الرابعة للمادة أو حالة البلازما وهذه الحالة ذات عمر قصير جداً ، إذ لا تلبث الأيونات إلى مناسيب عليا في الذرات ، ويقل عددها في المناسيب الأرضية أي يحدث إنقلاب إسكاني مما يؤدي في النهاية لإنبعاث أشعة الليزر.

الفصل الثاني

تفاعل الإشعاع مع المادة

الفصل الثاني

تفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة

2-1 مقدمة :

يعتبر الليزر من أهم أنواع الأشعة المستخدمة على نطاق واسع في التطبيقات التقنية المختلفة ، ويعتبر توليد الليزر من أهم المواضيع الفيزيائية ، لذا يتناول هذا الباب تفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة ثم نعرج لظواهر الإمتصاص والإنبعاث المختلفة.

2-2 تفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة :

عند سقوط موج كهرومغناطيسي على مادة فإنها أما أن تمتصهاذرات المادة جزئياً أو كلياً أو تعيد إشعاعها كلياً أو جزئياً من جديد .

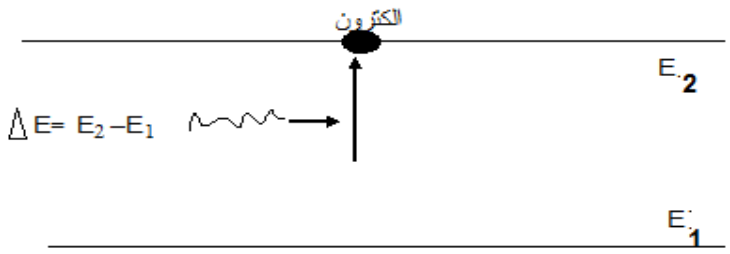
وهنالك عدة عمليات تصنف ضمن عملية الإمتصاص ومنها عمليات التصادم والتشتت المرن والغير المرن ، ففي عملية التصادم يمكن أن يفقد جزء الإشعاع الكهرومغناطيسي المسمى الفوتون جزء من طاقته ثم ينفذ عبر المادة وفي عملية التشتت تتغير زاوية و إتجاه الشعاع الساقط ، وتنقسم عمليات التفاعل لعدة أنواع أهمها الإمتصاص والإنبعاث التلقائي والمستحث .

2-3 الإمتصاص :

عند سقوط فوتون طاقة $h\,f$ في المستوى الأرضي E_1 فإنه ينتقل إلى المستوى الأعلى E_2 بشرط أن تساوي طاقته الفرق بين طاقة المستويين أي أن

$$\Delta E = hf = E_2 - E_1 \longrightarrow (2-1)$$

كما هو مبين في الشكل (2-1)



فالشكل (2-1) يمثل الكترون ينتقل للمستوى الأعلى نتيجة لإمتصاص فوتون

فإذا كان لدينا N_1 الكترون في المستوى E_1 فإن معدل إنتقاله لمستوى E_2 يساوي

$$= w_{12}N_2 \frac{dN}{dt}$$

حيث يسمى المعادل W_{12} بمعامل انيشتاين و N_1 عدد ذرات في وحدة الحجم ، موجود في زمن معين في مستوى طاقة E_1 لما في الشكل أعلاه .

2-4 الإنبعاث التلقائي :Spontaneous emission

اعتبر أن هنالك مستويين E_1 وE_2 من مستويات الطاقة لذرة معينة طاقتها E_1 و E_2حيث $E_1<E_2$ويمكن إختيار المستوى E_1 ليكون المستوى الأرضي ، ولنفرض أن ذرة أو جزيئ المادة الموجودة إبتداء في المستوى E_1

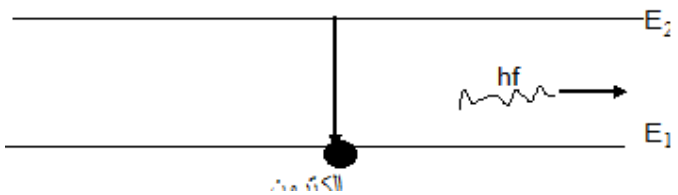
وبما أن $E_1<E_2$ فالإلكترون سينتقل للمستوى E_2 ويمرر فوتون وعندما تكون الطاقة الممررة على شكل موجات كهرومغناطيسية يطلق على العملية الإنبعاث التلقائي (أو الإشعاعي) ويحدد تردد الموجه المشعة بعلاقة بلانك (تردد الفوتون) $hf = E_2 - E_1$

حيث h = ثابت بلانك ، ولهذا فإن الإنبعاث التلقائي يتميز بإنبعاث فوتون وذلك عندما تنتقل الذرة من المستوى E_1 إلى المستوى E_2 من الممكن توضيح إحتمالية الإنبعاث التلقائي بالطريقة الأتية :

فإذا كان هنالك N_2 ذرة (لكل وحدة حجم) في المستوى E_2 عند لحظة T فإن معدل الإنحلال هذه الذرات بالإنبعاث التلقائي $\frac{dN}{dt}$ يتناسب بطبيعة الحال مع N_2 أي أن

$$\frac{dN_2}{dt} = AN_2$$

كما في الشكل التالي :



شكل (2-2) إلكترون ينتقل للمستوى الأرضي بالإنبعاث االتلقائي

المعامل A يطلق عليه إحتمالية الإنبعاث التلقائي أو معامل A لأنيشتاين (لقد توصل إليه من دراسته في الديناميكية الحرارية)

أن الكمية $\frac{1}{A}$= Tsp ويطلق عليها فترة العمر للإنبعاث التلقائي والقيمة العددية للمعامل A وكذلك (TSP) تعتمد على الإنبعاث المعين .

2-5 الإنبعاث المتحفز :Stimulated Emission

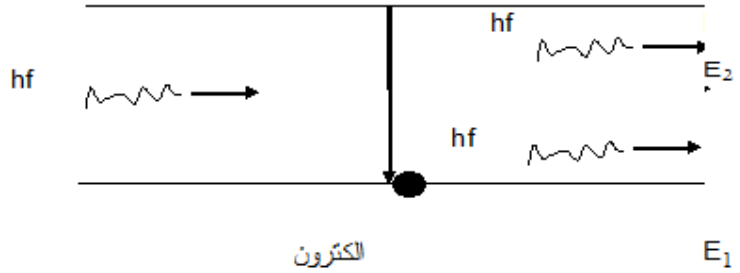
لنفرض مرة ثانية أن الذرة موجودة في المستوى E_2 وسقطت على المادة موجة كهرومغناطيسية ذات تردد (f)(1-4-2) أي يساوي تردد الانبعاث التلقائي ، وبما أن تردد الموجه الساقطة يساوي التردد الاشعاعي للذرة فهناك إحتمالية معينة (علماً أن الموجة الساقطة سوف تجبر الذرة للإنتقال من المستوى 2 إلى المستوى 1).

في هذه الحالة فإن فرق الطاقةE_1 -E_2 تتحول إلى موجة كهرومغناطيسية تضاف إلى الموجة الساقطة . وهذه هي ظاهرة الإنبعاث المحفز . ومع ذلك فإن هناك إختلافاً أساسياً بين عمليتي الإنبعاث التلقائي والإنبعاث المحفز. ففي حالة الإنبعاث التلقائي ليس هناك علاقة محددة بين طور الموجه المنبعثة من ذرة مع الموجة المنبعثة بأي إتجاه ، أما في حالة الإنبعاث المحفز ، بما أن العملية مجبرة من قبل الموجه الساقطة ، فالإبعاث من أي ذرة له نفس طور و إتجاه الموجة الساقطة ، في هذه الحالة أيضاً يمكننا وصف عملية الإنبعاث المحفز بالمعادلة الآتية:

$$\frac{dN_2}{\mathrm{dt}} = W_{21}N_2 \longrightarrow (2.2)$$

إذ أن $\frac{dN_2}{\mathrm{dt}}$ معدل الإنتقال من المستوى الثاني إلى المستوىالأو التي تحدث نتيجة الإنبعاث المحفز و W_{21} يطلق عليه إحتمالية الإنتقال المحفز ، كما في حالة المعامل A الذي عرف سابقاً ، فإن المعامل W_{21} له أيضاً الوحدة ($time^{-1}$) وخلافاً ل A فإن W_{21} لا يعتمد فقط على الإنتقال الخاص ولكن يعتمد على شدة الموجه الكهرومغناطيسية الساقطة ، وبصورة أدق فإن حالة موجة مستوية سوف تبرهن على أن $W_{21}=\sigma_{21}f$ ⟵ (2.3)

حيث f تمثل فيض الفوتونان photanflux للموجة الساقطة و σ_{21} كمية وحدات تردد الفوتون أو يطلق عليها المقطع العرضي للإنبعاث المحفز وتعتمد هذه الكمية على خصائص الإنتقال المستحث فقط كما بالرسم



الشكل (3-2) يمثل الكترون ينتقل لمستوى أرضي بالإنبعاث المستحث

2-6التضخيم :

يتم تضخيم أشعة الليزر بواسطة المرنان وعملية الحبس في الوسط الليزري تؤدي إلى تضخيم بسيط وبالتالي نحتاج إلى مضاعفة التضخيم وتكبير وتنمية الإشعاع المحثوث من خلال الوسط الفعال وتعرف هذه العملية بالتغذية الراجعة (feed back) لأن تضخيم المادة الفعالة لوحدة لا يكفي لخروج شعاع الليزر منها كما أن الفوتونات الصادرة عنها تكون متأثرة في كل الإتجاهات فيقوم المرنان الضوئي بتجميعها 7وتنظيمها في حزمة ضيقة جداً لا يزيد قطرها عن بضع مليمترات وعملها هو جعل الفوتونات تهتز ذهابا و إيابا خلال المادة الفعالة لزيادة طاقتها وتركيز شدتها ، وينشأ عن ذلك ما يسمى بموجة مستقرة ليزرية ذات تردد محدد ، وعادة لا يسمح المرنات بمرور سوى لون واحد فقط هو شعاع الليزر .

ولكي يحقق ذلك يجعل البعدين للمرآتين عدد صحيح من طول موجة شعاع الليزر الصادر عنها .

إن حركة الفوتونات التكرارية ضمن المرنان الضوئي يطيل مسارها ضمن المادة الفعالة وبذلك تحدث لها تغذية وتقوية وتزداد طاقة الشعاع وشدته .

وعادة ما تجعل إنعكاسية إحدى المرآتين 100% اي عاكسة تماماً في حين تجعل المرآة الأخرى عاكسة جزئياً أي 99% وينتج عن ذلك بأن لها نفاذية 1%

هنالك عدة حالات لوضع المرايا بحيث تكون الأشعة محصورة بين المرآتين وتعرف المرايا في هذه الحالة بالمرايات المستقر .

$$\frac{di(z)}{i(z)} = -\alpha \ dz^*$$

$$I = I_0 e^{-\alpha z} \quad (2.6.3)$$

حيث I الإشعاعية الساقطة على الوسط ، كمية الإمتصاص (قيمة a) تعتمد على عدد الذرات N_1 في المستوى E_1 وعدد الذراتN_2 في المستوى E_2 فعندما N_2تساوي صفر فإن عملية الإمتصاص تكون ذات قيمة و إذا كانت N_1صفراً لا توجد عملية إمتصاص وتكون عملية الإنبعاث المستحث هي العملية السائدة من الناحية العلمية نجد أن عملية الإمتصاص تعتمد على الفرق بين N_1و N_2عند الإتزان الحراري عند $N_2 > N_1$وذلك تقل الإشعاعية بصورة اسية عن الإنتقال خلال الوسط ولكن إذا كان بالإمكان جعل N_2أكبر من N_1 .

فإن معامل الإمتصاص (a) يكون سالب ولذلك za في المعادلة (2.6.3) تكون موجبة وتكون الإشعاعية في صورة رأسية ويمكن كتابته بالصورة التالية :

$$I = I_0 \exp(-Bz) \quad (2.6.4)$$

حيث B معامل إشارة الكسب .

ويمكن إيجاد علاقةB بدلالة التعداد المعكوس مع عوامل أخرى لوسط الليزر ، فإن الفقدان في الفوتونات مع الحزمة عند الإنتقال خلال مسافة على مقطع يساوي وحدة المسافة تعطي بالعلاقة التالية :

$$\frac{dN}{dt} = N_1 \rho W_{12} - N_2 \rho W_{12} \quad (2.6.5)$$

حيث N عدد الفوتونات لوحدة الحجم وبما أن

$$W_{21} = W_{21} = W \quad (2.6.6)$$

$$\frac{dN}{dt} = (N_1 - N_2)\ \rho W_{21} = (N_1 - N_2)\ \rho W \quad (2.6.7)$$

وبما أن الإشعاعية عبارة عن الطاقة المارة خلال وحدة الحجم في الثانية ولذلك يمكن أن تعطي :

$$I = \rho C$$

حيث ρ كثافة الطاقة و c سرعة الضوء في الوسط

كسب الليزر عند التذبذب لابد أن يكون كافياً على الفقدان في المنظومة ومن مصادر الفقدان .

- نفاذية المرآة .
- الإمتصاص والتشتت بواسطة المرايا .
- القيود عند حواف المرايا .
- الإمتصاص بواسطة الوسط الليزري .
- التشتت بواسطة الوسط الليزري نتيجة لعدم التجانس في الوسط ولكن يتلاشى الفقدان يجب أن نأخذ في الإعتبار كل الفقدان ما عدا الليزر في المعامل (د. اورازيو زفلتو ،1988م ، ص35-47).

الفصل الثالث

الطيف

الفصل الثالث

الطيف الضوئي

3-1 مقدمة :

وجد العالم نيوتن بتجربته المشهورة والتي استخدم فيها منشور اسقط عليه ضوء الشمس فإنه يتحلل الى الوان مختلفة .

ووجد نيوتن بأن الألوان ماهي إلا ضوء الشمس وبأن عمل المنشور ماهو إلا تشتت الألوان المختلفة لضوء الشمس وذلك نتيجة لإنكسار الضوء في المنشور إلى إتجاهات مختلفة وكان عدد هذه الألوان سبعة ألوان هي : الأحمر – البرتقالي – الأصفر – الأخضر – الأزرق – النيلي – البنفسجي .

ثم لم ينته إكتشاف نيوتن عند حد الألوان السبعة بل أنه اكتشف أيضاً أنه توجد أسفل الأشعة الحمراء أشعة غير منظورة سميت بالأشعة تحت الحمراء ، كما اكتشفت أشعة فوق البنفسجية سميت فوق البنفسجية .

ملاحظات :

1- من دراسة الإشعاع فإن أي جسم ساخن مثل الشمس يصدر إشعاعات ذات أطوال موجية مختلفة تتراوح أطولها من صفر إلى ∞ .

2- قدرة الإنبعاث (بعث الأشعة)تكون قدرة إنبعاث عظمي تتوقف على درجة حرارة الجسم المصدر للأشعة (حسب نظرية بلانك للإشعاع)

3- أي منبع للإشعاع كالشمس مثلاً أو مصباح ضوئي عندما يصدر أشعة تكون غالباً الأطوال الموجية ذات قدرة إنبعاث مناسبة محصورة في منطقة الضوء المرئي وقد تمتد إلى منطقة تحت الحمراء ، أو منطقة فوق البنفسجي ، إذاً كلما إرتفعت درجة الحرارة إنزاحت قدرة الإنبعاث العظمي نحو الأطوال القصيرة .

4- من حيث طبيعة الموجات الضوئية فهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية.

3-2 أنواع الأطياف :

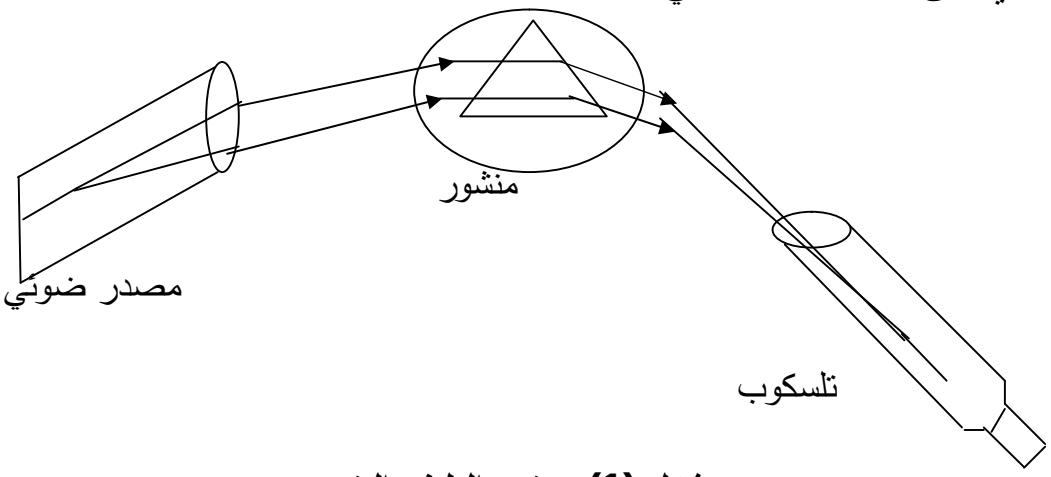
3-2-1 الطيف المتصل (المستمر) :

إذا أستخدم مقياس للطيف لتحليل أشعة بيضاء وذلك بإستعمال شق ضيق لمصدر الضوء بحيث تسقط الأشعة بشكل متوازن على منشور مقياس الطيف .

فإن صورة الشق الضيق تبدو في عينة التلسكوب على هيئة مستطيل تظهر فيه الألوان المختلفة للطيف متدرجة من اللون الأحمر إلى اللون البنفسجي .

- يسمى مثل ، هذا بالطيف المستمر (المتصل) حيث لا توجد حدود فاصلة بين ألوانه وكأنها متداخلة .

ينتج الطيف المستمر عموماً من المواد الصلبة المتوهجة فمثلاً ضوء مصباح كهربائي يحتوي على سلك تنجستن يعطي الطيف المتصل المذكور .



شكل (1) يوضح الطيف الضوئي

عموماً فإن الأجسام والسوائل المتوهجة الواقعة تحت ضغوط كبيرة نسبياً تعطي طيفاً متصلاً .

كذلك من الأمثلة على الطيف هو الأجسام السوداء (جسيم تام الإشعاع أي قدرة الإنبعاث له 100%)

3-2-2 الطيف الخطي :

أما الغازات والأبخرة المضيئة عند ضغوطمنخفضة فتعطي طيفاً يختلف عن طيف الأجسام الصلبة إذا أن الطيف في مثل هذه الحالة يتكون من خطوط واضحة تفصل بينها مناطق مظلمة ويسمى هذا الطيف الخطي .

تبينت التجارب أن كل عنصر يبعث طيف يتوقف على ذلك العنصر .

فمثلاً : جربت عدة مركبات مختلفة للصوديوم من لهب بنزين أو شرارة كهربائية فإن خط أصغر مميز له طول موجي معين يظهر في مقياس الطيف .

- وعند إستعمال لهب بخار الصوديوم الذي يستعمل للإضاءة القوية يظهر نفس المذكور ومن ذلك نستنتج أن السبب في ظهور هذا الخط الطيفي. يكمن في ذرة الصوديوم نفسها وهذه النتيجة إتضحت نظرياً صحتها الآن .
- يمكن تعميم الموضوع بأن نقول بأن الطيف الخطي ينشأ من ذرات العناصر ويسهل الحصول على الأطياف الخطية إذا أستعملت أنابيب تحوي الغاز المطلوب إظهار طيفه تحت ضغط منخفض .
- النموذج الشائع للطيف الخطي هو طيف الهيدروجين .

3-2-3 الطيف الشريطي (الطيف الجزئي):

يتكون من شريط أو أكثر مضيء في مواضع مختلفة تتخللها ظلمة ولها حد واضح عند أحد جانبي الشريط وتقل شدة الإضاءة بالتدريج عند الجانب الآخر للشريط .

يسمى الطيف الشريطي بالطيف الجزيئي لأنه ينتج من إثارة الجزيئآت بدلاً من الذرات .

3-3 طيف الإنبعاث وطيف الإمتصاص :

إذا وصلت أنبوبة تفريغ تحتوي على غاز الهيدروجين مثلاً بمصدر للجهد الكهربائي بحيث تتوهج الأنبوبة ثم حلل الطيف بإستخدام مقياس الطيف تحصل على الطيف الخطي للهيدروجين ويسمى مثل هذا الطيف (بطيف الإنبعاث) أما إذا أستخدمنا مصدر للطيف المستمر مثل ضوء الشمس وسمحنا للضوء الأبيض قبل مروره في مقياس الطيف أن يمر

بأنبوب غاز الهيدروجين فإننا نشاهد في تلسكوب مقياس الطيف طيفاً مستمراً وقد وجدت فيه خطوط معتمة تقابل الخطوط المضيئة التي يبعثها الهيدروجين ويسمى الطيف بهذه الحالة (بطيف الإمتصاص) .

يلاحظ أن طيف الإنبعاث للهيدروجين عبارة عن خطوط مضيئة في أرضية مظلمة بينما طيف الإمتصاص عبارة عن أرضية من الطيف المستمر تتخللها خطوط مظلمة ويلاحظ أن الخطوط تكون في نفس المواضع المقابلة لها في طيف الإنبعاث عند طيف الشمس تمكن فرانهوفر من رؤية أكثر من 500 خط من الخطوط المتوازية المظلمة الموزعة في جميع مناطق الطيف المتصل لضوء الشمس وسميت الخطوط بخطوط فرانهوفر .

وفسر العالم كيرتشوف ذلك بأن وجود أبخرة وغازات في الغلاف الخارجي للشمس في درجات حرارة أقل من حرارة قلب الشمس المشع للضوء الأبيض لذا تمتص هذه الأبخرة والغازات الخطوط الخاصة بالعناصر التي تكون هذه الغازات .

وبدراسة هذه الخطوط الطيفية أمكن الإستدلال على وجودكثير من العناصر في جو الشمس مثل الهيدروجين والصوديوم والكالسيوم .

3-4طرق الحصول على الطيف :

1- الطيف الشمسي .

2- الطيف عن طريق اللهب**:**

وهو طيف مادة من درجة حرارة اللهب (عادة عند1800°C)ولهب بنز ين هو اللهب المعتاد للحصول على أطياف العناصر في مجموعتين الاولى والثانية من الجدول الدوري للعناصر.

3- طيف الشرارة :

نحصل عليه عندما تمر شرارة في غاز أو بخار و يستعمل لذلك زوج من الأقطاب المعدنية موصلة بملف ونقرب الأقطاب إلى أن تحدث الشرارة ولذا ينبعث الطيف الخاص بالعنصر الذي تتكون منه الأقطاب .

4- طيف أنابيب التفريغ الكهربائي المخلخلة:

في أنبوبة التفريغ نلحم الأقطاب في أنبوبة مفرغة تحتوي على الغاز عادة في ضغط واحد ملم زئبق مثلاً عند توصيل القطبين بمصدر للجهد العالي تحدث شرارة يتولد الطيف المميز للغاز . (أ. سامر ابراهيم حسين اسماعيل ،2011م ، ص85-90)

3-5الخلية الكهروضوئية :

هي أداة تستفيد من الضوء لتحديد أو لتحريك إلكترونيات المادة أي أن الضوء يقوم بتغيير خواص المادة الكهربائية .

أطلق إسم الخلية الضوئية أول مر ة عام 1891م ، فقد لوحظ صدور ما يعرف اليوم بالإلكترونيات من سطوع بعض المعادن كالزنك نتيجة سقوط ضوء فوق البنفسجي عليها ، وهذا ما يدعي بالأثر الكهروضوئي الذي إكتشف عام 1887م .

وقد تطلبت دراسته تخلية الأداة كي يتسنى للإلكترونيات السالبة الشحنة للوصول إلى المستوى المتصل بالقطب الموجب بعد تحررها من سطح المعدن ، لذلك سميت بالخلية الضوئية المخلاة . تجدر الإشارة إلى أن دراسة هذا الأثر أسهم في إكتشاف الإلكترون . درست معادن كثيرة ، فتبين أن لكل معدن تواتر ضوء محدد تبدأ عنده الإلتكرونات الو ة بالظهور ، وعندها فقط يزداد عددها بازدياد شدة الضوء ، بمعنى أن سمة عتبة تواتر لكل معدن أو تقع عتبة المعادن القلوية في المجال المرئي من الضوء .

لقد أدى تفسير الأثر الكهروضوئي الذي إقترحه أينشتاين إلى تأكيد نظرية الكم وبداية ميكانيكية الكم .إذ أثبت هذا الأثر وجود الفوتون الذي هو كم الطاقة الضوئية (أصغر كمية من الطاقة المتبادلة لتواتر معين) . إضافة إلى إيضاحه إن تأثير الشدة متناسب مع عدد الفوتونات .(www.alfreed-ph.com، 11.9.2018، Am10:29).

3-6 المـــــاء :

الماء هو أكثرالمركبات إنتشاراً في الطبيعة فهو يغطي حوالي ثلاثة أرباع سطح الأرض وكل أنواع الحياةتعز ى إليه وهو من مركبات الخلية الحية حيث يعمل كمحيط مناسب لأداء الفعاليات الحيوية الضرورية .

ويحتوي جسم الإنسان البالغ على حوالي 65% بينما يشكل تقريباً 83% من وزن جسم الطفل المولود حديثاً .

والتركيب الكيميائي للماء يحتوي على حجمين من عنصر الهيدروجين لكل حجم واحد من عنصر الأوكسجين أي أن الجز يئة الواحدة تحتوي على ذرتين من الهيدروجين وذرة واحدة من الأوكسجين (H_2O)

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

3-6-1 الخواص الفيزيائية للماء :

1- الماء النقي هو سائل عديم اللون وتقريباً بدون رائحة أو طعم مميز .

2- درجة الإنصهار الحرارية (32 F) ودرجة الغليان 100درجة مئوية .

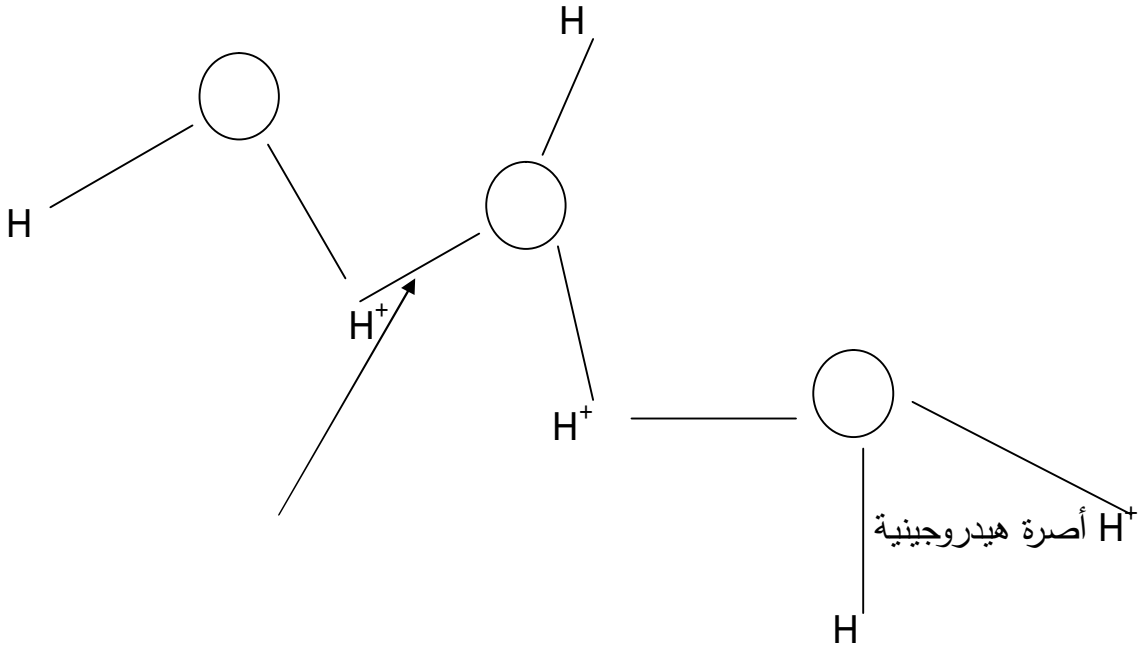
3-ومعظم جز يئات الماء لها وزن جز يئي يساوي 18 كيلو جرام .

4-في جز يئة الماء تكون ذرتي الهيدروجين على طرف واحد من ذرة الأوكسجين وتكون الزاوية بينهما بحدود 105درجة مئوية .

5- تحمل ذرات الهيدروجين شحنة موجبة بينما تحمل ذرة الأوكسجين شحنة سالبة .

6-بسبب إختلاف الشحنات هذه فإن جز يئة الماء تكون بقوة ثنائية القطب .

7- الأقطاب المختلفة تجذب بعضها البعض في جزيئات الماء مكونة من أواصر (روابط هيدروجينية) .



شكل (2) يوضح تركيب الماء

8- الأواصر الهيدروجينية تعطي الماء خواصاً غير مألوفة بالنسبة للسوائل الأخرى .

9- أقصى كثافة تكون في درجة حرارة 4 درجة مئوية .

10- الشد السطحى للماء، وثابت العزل الكهربائي له تكون أعلى من ثنائية الهيدروايد الأخرى.

11- درجة تجمد الماء أقل من المتوقع (4 درجة مئوية تحت الصفر) وتكوين الثلج الذي يكون أقل كثافة من الماء السائل .

12- قطبية الماء تكون عاملاً مهماً بالنسبة إلى كونه مذيباً لبعض المواد ، فله القابلية على الإحاطة بالأيونات الفلز ية المشحونة (المكونة للقشرة الأرضية) فتصبح أيونات ذائبة .

13- للماء حرارة نوعية قياساً إلى السوائل الأخرى حيث تساوي واحد (الحرارة النوعية هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة).

14- للماء حرارة تبخر كامنة عالية (536 سعرة) وهي كمية الحرارة اللازمة لتحويل غرام واحد من الماء في100 درجة مئوية إلى بخار ماء .

2-6-3 الماء الصالح للشرب :

يحتوي الماء الصالح للشرب على مواصفات عالمية متفق عليها بحيث تكون نسبة الشوائب المعدنية والعضوية والغازات الذائبة ضمن حدود لا يمكن إجتيازها . عموماً هناك ثلاثة أنواع**من العسرة التي تؤثر على الماء هي :**

1- العسرة الكلية : وهي ناتجة عن وجود الأملاح التالية :

a-الكبريتات مثل : كبريتات الكالسيوم $Caso_4$وكبريتات المغنيسوم $Mgso_4$.

b- الكلوريدات : مثل كلوريد الكالسيوم $cacl_2$ وكلوريد المغنيسيوم $Mgcl_2$.

c- البيكاربونات مثل : بيكاربونات الكالسيوم$ca\ (Hco_3)_2$ وبيكاربونات المغنيسيوم $Mg(Hco_3)_2$.

2- العسرة الدائمية : وهي لا تتحلل بالحرارة فلا يمكن التخلص منها بالتسخين وهي ناتجة عن وجود الأملاح التالية :

a-الكبريتات مثل : كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم .

b-الكلوريدات مثل : كلوريدات الكالسيوم والمغنيسيوم .

3- العسرة المؤقتة :

وهي العسرة التي يمكن التخلص منها بتسخين الماء فقط حيث تتفكك أملاحها وتترسب بشكل كربونات .(د. خالد يحيى العبيدي ، 2014م ، ص11-18) .

الفصل الرابع

الجانب العلمى

الفصل الرابع

الجانب العلمي

إسم التجربة : دراسة خصائص الماء

(4-1)الهدف من التجربة :

إيجاد الإمتصاصية والنفاذية بالنسبة للماء

(4-2)الأجهزة والأدوات :

مصدر انللجهد DC– خلية ضوئية – كأس زجاجي – محلل –البعد البؤري– لمبة صوديوم – أميتر – مستقطب – أسلاك توصيل - ثلاثة عينات من المياه .

صورة (1)

صورة توضح التجربة وادواتها

(4-3)النظرية:

$$I = I_0 e^{-ax}$$

$$T = \frac{I}{I_0}$$

$$A = - \text{Log } T$$

حيث :

$I_0 \equiv$ شدة التيار قبل وضع المادة بين العدسة والخلية

$I \equiv$ شدة التيار بعد وضع المادة بين العدسة والخلية

$T \equiv$ النفاذية

$A \equiv$ الإمتصاصية .

(4-4)الطريقة :

في هذه التجربة تم استخدام ثلاثة عينات من المياة وهي مياه البحر والماء النقي ومياة الحنفية ، حتى يتسنى دراسة بعض الخصائص الضوئية للماء كالامتصاصية والنفاذية وقد وضعت على كؤوس من الزجاج و البلاستيك لملاحظة التغيير في كمية الضوء النافذة . وقد استخدم ضوء الصوديوم تم قياس كمية الضوء بالمعمل قبل بدء التجربة والذي تم استقطابه باستخدام مستقطب من مادة البولاريد كما تم تحليله بمحلل من نفس المادة . ثم اسقط الضوءالمُحلل وتم قياس شدته الابتدائية ومرر بعد ذلك على عينة الماء بعد تركيزه باستخدام عدسة مجمعة ومن ثم تم تحويل الضوء الى قيمة كهربية باستخدام الخلية الضوئية والتي وصلت مع مصدر جهد (V=10v , I=12A) واخذت القراءات بواسطة جهازأميتر وبعد أخذ القراءات للعينات الثلاث تم رصد النتائج في الجدول ادناه:

$I_0 = 1.6$ = شدة الضوء الابتدائية.

$Ib = 0.1$ = الخلفية الاشعاعية.

(4-5)النتائج:

الزجاج:

نوع المياه	قراءة الخلفيةmA	القراءة الصحيحة mA
النقية	**0.7**	**0.6**
الحنفية	**0.6**	**0.5**
البحر	**0.3**	**0.2**

البـــــلاستيك :

نوع المياه	قراءة الخلفيةmA	القراءة الصحيحة mA
النقية	**0.6**	**0.5**
الحنفية	**0.5**	**0.4**
البحر	**0.2**	**0.1**

(4-6)الحسابات:

اولاً : الزجاج :

أ. المياة النقية :

- **الامتصاصية :** $I = \frac{I}{I_0}$

$$I = \frac{0.6}{1.6} = 0.375$$

- **النفاذية:**

$$A = -\log(0.375) = 0.426$$

ب. مياة الحنفية

- **الامتصاصية :**

$$I = \frac{I}{I_0} = \frac{0.5}{1.6} = 0.312$$

- **النفاذية:**

$$A = -\log(0.312) = 0.501$$

ت. مياة البحر

- **الامتصاصية :**

$$I = \frac{I}{I_0} = \frac{0.2}{1.6} = 0.125$$

- **النفاذية :**

$$A = -\log(0.125) = 0.903$$

ثانياً : البلاستيك

أ. المياة النقية

- **الامتصاصية :** $I = \frac{I}{I_0}$

$$I = \frac{0.5}{1.6} = 0.312$$

- **النفاذية:**

$$A = -\log(0.312) = 0.505$$

ب. مياة الحنفية

- **الامتصاصية :**

$$I = \frac{I}{I_0} = \frac{0.4}{1.6} = 0.25$$

- **النفاذية:**

$$A = -\log(0.25) = 0.601$$

ت. مياة البحر

- **الامتصاصية :**

$$I = \frac{I}{I_0} = \frac{0.1}{1.6} = 0.062$$

- **النفاذية :**

$$A = -\log(0.062) = 1.207$$

الصورة (2)

صور من الجانب العملي

(4-7)تحليل النتـــــائج

هدفت الدراسة لمعرفة بعض خصائص الماء بواسطة الضوء وتم إستخدام أنواع متعددة من المياه (المياه النقية – مياه الحنفية ومياه البحر) لدراسة الإمتصاصية والنفاذية لكل نوع من أنواع المياه على حدا .

- المياه النقية :

عند دراسة هذا النوع من المياه وجد أن نسبة النفاذية عالية جداً ، والإمتصاصية قليلة لعدم وجود شوائب فيها .

- مياه الحنفية :

وعند دراسة مياه الحنفية وجد أن نسبة النفاذية كانت أقل من المياه النقية ، والإمتصاصية كانت كبيرة وذلك نسبة لوجود بعض الشوائب فيها .

- مياه البحر:

وعند دراسة هذا النوع من المياه وجد أن نسبة النفاذية قليلة جداً مقارنتاً بالمياه النقية ومياه الحنفية .

ووجد أيضاً أن الإمتصاصية كانت كبيرة جداً نسبتاً لوجود الشوائب بنسبة كبيرة.

(4-8)الخلاصة

نستنتج من التجربة بان خصائص الضوء يمكن ان تستخدم لمعرفة درجة النقاء للماء

(9-4)التوصـــــيات

بعد الدراسة والتأمل والبحث، يوصي الباحث بالآتي :

1- يجب على المجتمع إستخدام المياه النقية في الشرب نسبتاً لعدم وجود أي شوائب .

2-يجب تنقية المياه (الحنفية – مياه البحر) قبل الإستخدام للشرب .

3- يعتبر موضوع هذا البحث من المواضع التي إهتمت بتنقية المياه فيجب على علماء هندسة المياه في السودان تدعيم هذا البحث بأجهزة الليزر نسبتاً لدقته .

4- الإستفادة من هذا البحث في تحلية وتنقية المياه بواسطة أشعة الليزر .

قائمة المصادر والمراجع

أولاً :

القـــرآن الكريم

ثانياً :

المـــــراجـــــع

1- أشعة الليزر و إستخداماتها في الطب – أ. د. أحمد الناغي ، د. رشاد فؤاد السيد – القاهرة دار الفكر العربي الطبعة الأولى 2001م .

2- الليزر وتطبيقاته – د. فاروق بن عبدالله الوطبان – الرياض دار المريخ – الطبعة الأولى 1987م .

3- البصريات الفيزيائية – سامر إبراهيم حسين إسماعيل – دار صفاء – الطبعة الأولى 2012م .

4- ضوئيات الكم والليزر – خالد عبدالحميد – وليد خلف حمودي – قسم الهندسة الكهربائية – وعلوم التطبيقية، المكتبة الوطنية ببغداد ، 1989م.

5- مبادئ الليزرات – أورزيو زفلتو – مديرية دار الكتب للطباعة والنشر – الطبعة الأولى 1988م .

6- الكيمياء الحياتية غذائنا والأمراض – دكتور خالد يحي العبيدي - الطبعة الأولى – دار الصفاء 2009م .