بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء

بعنوان:

دراسة أثر درجة الحرارة علي الألياف البصرية

Study the Effect of Temperature on the Fiber Optic

إعـــداد:

هويدا طارق صالح وداعة

إشـــراف:

البروفيسور: مبارك درار عبد الله

2017

الآيـــــة

بسم الله الرحمن الرحيم

قَالَ تَعَالَىٰ:

﴿ ۞ ٱللَّهُ نُورُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ ۚ مَثَلُ نُورِهِۦ كَمِشْكَوٰةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۖ ٱلْمِصْبَاحُ فِى زُجَاجَةٍ ۖ ٱلزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّىٌّ يُوقَدُ مِن شَجَرَةٍ مُّبَٰرَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَّا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِىٓءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۚ نُّورٌ عَلَىٰ نُورٍ ۗ يَهْدِى ٱللَّهُ لِنُورِهِۦ مَن يَشَآءُ ۚ وَيَضْرِبُ ٱللَّهُ ٱلْأَمْثَٰلَ لِلنَّاسِ ۗ وَٱللَّهُ بِكُلِّ شَىْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣٥﴾ ﴾

سورة النور- الآية (35)

الإهداء

إلى كل حبة عرق ترقرقت من جبينه لأجلي ... أبي

إلى كل من لها ومنها حياتي ... أمي

إلى كل من يحملون في عيونهم ذكريات طفولتي وشبابي ... اخواتي

إلى من شاركني بشعاع محبة لأضع صغيرة من نور ... صديقاتي

إلى شعاع النور الذي أضاء لنا الظلام ... معلمي

إلى زوجي وتؤام روحي ... زاهر عبد الله

إلى كل عزيز وغالي إلى نفسي ...

أهدي ثمرة هذا العمل المتواضع ...

الشكر والعرفان

إلهي إذا أنا لم أشكر جهدي وطاقتي ، ولم أصف من قلبي لك الود أجمعا

فلا سلمت نفسي من السقم ساعة ، ولابصرت عيني من الشمس مطلعا،،،

الشكر لله في البدء والختام ، ثم الحبيب المصطفى سيد الخلق والأنام ،والشكر لهذه الأرض الملاذ وما حوت ... جامعة السودان للعلوم وتكنولوجيا،،،

والأستاذ البروفيسور : ***مبارك درار عبد الله*** الذي غرس فينا العلم والمعرفة،،،

المستخلص

في هذا البحث تمت دراسة شعاع الليزر وكيفية تفاعله مع المادة وتركيبه وطريقة عمله وخواصه وبعض انواعه .كما تم دراسة الليف البصري وتركيبه وانواعه واهم عيوبه . كما تم دراسة أثر درجة الحرارة علي الليف الضوئي ووجد أن تغير درجة الحرارة يؤثر علي اداء الليف البصري وكفاءته بصورة كبيرة مما يستدعي عمل عازل لليف البصري حتي تظل كفاءته ثابتة لا تتأثر بالعوامل الجوية .

Abstract

In this research study was the laser beam and how it interacts with the material and installation and operation of the properties and some kinds, as well as studies fiber optic installation , types and the most important of its defects has also been conducting an experiment to study the effect of temperature on the fiber optic , It was found that the temperature affect the performance of the fiber optic and efficiency significantly ,Requiring the work of separating the even remain static efficiency are not affected by fiber optical the air factors .

الفهرس

الرقم	المواضيع	رقم الصفحة
.1	الآية	أ
.2	الإهداء	ب
.3	شكر وتقدير	ج
.4	مستخلص بحث	د
.5	Abstract	هـ
.6	الفهرس	و
.7	الباب الأول مقدمة البحث	1
.8	أهمية البحث	3
.9	منهج البحث	4
.10	مشكلة البحث	4
.11	الغرض من البحث	4
.12	محتوي البحث	4
.13	الباب الثاني المقدمة(شعاع الليزر)	5
.14	تفاعل الضوء مع المادة	6
.15	الامتصاص	6
.16	الانبعاث التلقائي	7
.17	الانبعاث المستحث	8
.18	تضخيم الضوء والانقلاب السكاني	8
.19	تركيب جهاز الليزر وطريقة عمله	10
.20	خواص شعاع الليزر	11
.21	انواع الليزرات	13
.22	الباب الثالث المقدمة(الألياف البصرية)	21
.23	تركيب الألياف الضوئية	21

.24	آلية انتقال الضوء عبر الألياف الضوئية	22
.25	انواع الألياف الضوئية	28
.26	تركيب منظومة الليف البصري للأتصالات	29
.27	تباين الخواص الضوئية في الألياف	29
.28	عيوب الألياف الضوئية	30
.29	الباب الرابع (العملي)	32
.30	المقدمة	32
.31	الهدف من التجربة	32
.32	الأجهزة والأدوات	32
.33	طريقة العمل	33
.34	الجداول	33
.35	التحليل والمناقشة	34
.36	الخاتمة	35
.37	التوصيات	35
.38	الرسم البياني(يوضح أثر درجة الحرارة علي الليف البصري)	35
.39	المصادر والمراجع	36

الباب الأول

1.1 المقدمة :

يرى بعض العلماء أن الفراعنة صنعوا منذ 3000 سنة سمكة من الزجاج المطعم برأس أزرق وحراشف صفراء وقد حصلوا علي الألوان من إضافة أكاسيد معدنية الي الزجاج المصنوع من السيليكا ولم يتمكن الفراعنة من صنع زجاج شفاف لأن المادة المستعملة مشوبة ببقايا الأكاسيد.

ومع تقدم علم الكيمياء تطور صناعة الزجاج، وفي الستينيات أصبح يمكن صناعة الزجاج ، وفي الستينيات أصبح يمكن صناعة زجاج بشفافية عالية بفضل تقنية إنتاج ثاني اكسيد السيلكون عالي النقاء ممامكن من صنع الألياف البصرية ، أول من كتب مطالبآ بإستخدام الألياف البصرية بيرد البريطاني وهانسل الأمريكي عام1927 لنقل الصور ألتلفازية بيد أنهما لم يقوما بتجربة عملية ولم يتم إستخدامها بشكل عملي الإ في بداية الخمسينيات حيث إستخدمت في المناظير الطبية لفحص المعدة والأمعاء . ومن ثم اكتشف الليزر وبدأ التفكير الجاد في إستخدام الألياف البصرية ، وفي عام 1970 أطلق العالم دونالد كيك شعاع ليزر في عينة جديدة من الزجاج مسحوبة بشكل خيط رفيع طوله 200م ، وفي عام 1979 تمكن العلماء من إنتاج ألياف زجاجية ذات شفافية ونقاء عالية ، وفي عام1987 إستعملت شركة بيل تليفون جهاز الليزر الدقيق والألياف الزجاجية لإجراء أول اتصال إلكتروني ضوئي [1].

وهنالك دراسات سابقة عديدة في مايخص الألياف البصرية، ففي دراسة أجرتها رندة يحي جعفر داخل جامعة السودان للعلوم والتكنلوجيا تهدف هذة الدراسة الي دراسة طبيعة الليف الضوئي وتطبيقاته المختلفة في مجالات الطب والهندسة و الإتصالات[2].

وكما اجريت دراسة أخري علي يد " محمد عبد الله حسين " جامعة كركوج لدراسة مقارنة لتصميم ألياف بصرية السليكا المطعمة للتطبيقات المختلفة لقد هدف من هذا البحث تصميم ألياف بصرية بغرض توظيفها للإستخدامات العملية ودراسة خواصها التالية :

الزاوية الحرجة ، الفتحة العديدة ، عدد الانماط ، التردد العياري ، المساحة الفعالة وجميعها دالة للطول الموجي وبتثبيت مادة الغلاف ذات معامل الانكسار الاصغر وتغير مادة اللوب ذات معامل الأنكسار الأكبر فقد تم اختيار ثلاث

انواع وهي:

16. m/o Na_2o+32.5 m/o B_2O_3+50.6 m/o sio_2, 7.9 m/o Geo_2+92.1 m/o ,1.0 m/o F+99.0 m/o sio_2

وحساب معامل الإنكسار دالة للطول الموجي بإستخدام معادلة سيلمر وبإختيار مناسب لمادتي القلب والغلاف تم تصميم نوعين من الليف البصري بالأخذ في الاعتبار نوافذ الاتصالات فأن الليف الأول القلب له من مادة

16. m/o Na_2o+32.5 m/o B_2O_3+50.6 m/o sio_2

والغلاف من مادة

m/o F+99.0 m/o sio_2 1.0

ويستخدم كاليف استقبال كبرالفتحة العددية له اما الليف الثاني القلب له من مادة

7.9 m/o Geo_2+92.1 m/o

والغلاف من مادة

1.0 m/o F+99.0 m/o sio_2

ويمكن استخدامه كاليف ارسال لصغر الفتحة العددية له [3] .

1.2 اهمية البحث :

لقد احدثت الألياف الضوئية ثورة في عام الإتصالات بتميزها علي الاسلاك التوصيل العادية فهي :- أكثر قدرة علي حمل ألمعلومات لأن الألياف الضوئية أرفع من الاسلاك العادية . أنه يمكن وضع عدد كبير منها داخل ألحزمة الواحدة مما يزيد عدد خطوط ألهاتف او عدد قنوات البث التلفزيوني . وهي أقل حجماً حيث أن نصف قطرها أقل من نصف قطر الاسلاك النحاسية التقليدية . وهي أخف وزناً فيمكن إستبدال اسلاك نحاسية وزنها 94.5كجم باخري من الألياف الضوئية تزن فقط 3.06كجم . فقد أقل للإشارات المرسلة في الألياف الضوئية منه في الاسلاك النحاسية . عدم إمكانية تداخل الإشارات المرسلة من خلال الألياف المتجاورة في الحبل الواحد مما يضمن وضوح الإشارة المرسلة . كما انها لا تتعرض للتداخلات الكهرومغنطسية مما يجعل الإشارة تنتقل بصورة فائقة لما له اهمية خاصة في الأغراض العسكرية . غير قابلة للإشتعال مما يقلل خطر الحرائق . تحتاج طاقة أقل في المولدات لأن الفقد خلال عملية التوصيل قليل . وبسبب هذه المميزات فأن الألياف الضوئية دخلت في كثير من الصناعات وخصوصاً الإتصالات والمجال الطبي وغيرها [4] .

وقد أستخدمت تقنية الألياف البصرية في مناحي الحياة وفي التعرف علي قياس الحرارة والضغط بشكل دائم في حقول النفط وألتعرف علي المنتجات النفطية . وفي مجال الطيران وتؤدي الي تقليل وزن أنظمة المراقبة في الطائرات . كما إستخدمت في الغواصات والعديد من مجالات الحياة المختلفة وسوف تزيد الإكشافات في شبكة الإتصالات العالمية[1] .

1.3 منهج البحث :

تم إنتهاج المنهج التجريبي في هذا البحث .

1.4 مشكلة البحث:

عدم الإهتمام بالألياف البصرية ومعرفة أثر درجة الحرارة عليها .

1.5 الغرض من البحث :

إلقاء الضوء علي أثر درجة الحرارة علي الألياف البصرية .

1.6 محتوى البحث :

يحتوي هذا البحث علي اربعة ابواب الباب الأول هو مقدمة و الباب الثاني أشعة الليزر والباب الثالث الألياف البصرية و الباب الرابع العملي.

الباب الثاني

شعاع الليزر

2.1 مقدمة شعاع الليزر:

وجد فراداي أن المجال المغناطيسي المتغير ينتج (يحرض) مجالاً كهربياً متغيراً .الألياف الضوئية دخلت في كثير من الصناعات وشبكات الكمبيوتر وخصوصاً الاتصالات كما تستخدم في التصوير الطبي بأنواعه كمجسات عالية الجودة للتغيرات في درجة الحرارة والضغط بما له من تطبيقات في باطن الأرض. كما استخدمت في الاتصالات كوسيلة اتصال جيدة جداً بما أنها قد تحمل معلومات أكثر من التى تحملها الكابلات العادية وتستخدم أيضاً كوسيلة جدية لأجهزة الاتصال التى تقع فى أماكن ذات جهد كهربائي عالي كما تستخدم في مجالات أخرى مثلاً في مجال الاستشعار أو الزينة أو إنارة المنازل أو في آلات التصوير والمناظير التشريحية وغيرها وذلك في وقت مبكر من القرن العشرين.

لم يكن اكتشاف الليزر وليد الصدفة إنما ظهر نتيجة تطور نظريات الفيزياء الذرية وميكانيكا الكم، ويمكن إرجاع النظرية الأساسية لليزر إلى النظرية الذرية لأينشتاين عام 1917والتى بيّنت أنه تحت شروط معينة لذرة يمكن التحكم بالإشعاع الصادر عنها ويدعى هذا الإشعاع بالليزر Laser

وهي اختصار للعبارة: (laser is an abbreviation of light amplification by stimulated emission of radiation)

وتعني تضخيم الضوء بواسطة الانبعاث المستحث[5] . وبالتالي تعرف الألياف الضوئية بأنها عبارة عن شعيرات طويلة من زجاج على درجة عالية من النقاء يصل رفعها إلى حد أن تماثل شعرة الرأس تصطف هذه الشعيرات معاً في حزمة تسمى الحبل الضوئي.

فشعاع الليزر هو أشعة ضوئية مضخمة ذات طاقة عالية وله تطبيقات عديدة، سيتناول هذا الباب تفاعل الضوء مع المادة عبر الامتصاص والانبعاث التلقائي والقسري بالإضافة لمعادلات ،تضخيم

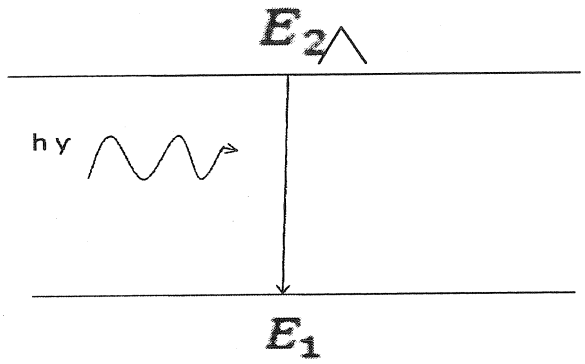
الضوء ، الإنقلاب السكاني ، تركيب جهاز الليزر ، خواصه ، انواع الليزرات ، وخواص شعاع الليزر.

2.2 تفاعل الضوء مع المادة:

عند ولوج الضوء مادة معينة فإن جزيئات الضوء تتعرض لعمليات منها التشتت وفي هذه الحالة تكون غالبية الذرات في الظروف الطبيعية (العادية) في مستوى الطاقة الأقل وعدد قليل منها يكون في المستويات العليا والذرات التى تكون في حالة تهيج أي في مستويات الطاقة العليا تبعث فولتات تلقائية و للتخلص من حالة التهيج أي الطاقة الزائدة وللنزول إلى مستويات طاقة أقل من هذه العملية تكون عشوائية الحدوث و الفوتونات المنبعثة لا تكون مرتبطة مع بعضها البعض، وأيضاً لحدوث الامتصاص وإعادة الانبعاث يتعرض هذا الباب لأهم العمليات وهي:

1.2.2 الامتصاص :

$E_1 < E_2$

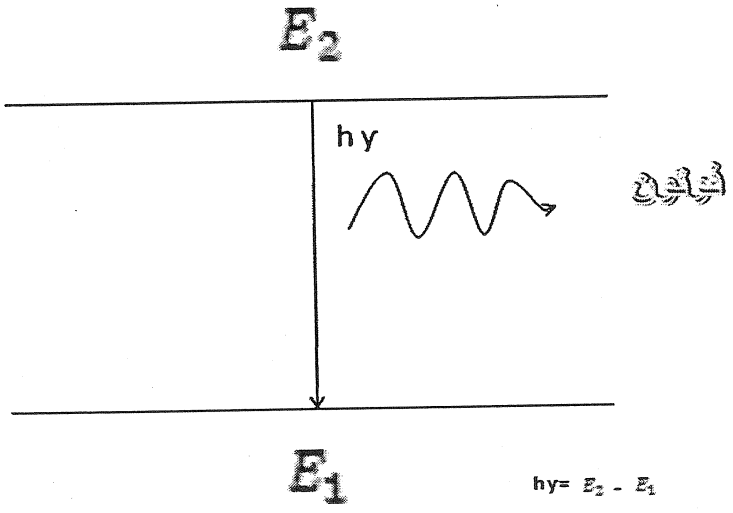


شكل (2.1 عملية الإمتصاص)

بفرض أن الذرة موجودة في مستوى E_1 في البداية تظل الذرة موجودة ما لم يحدث مؤثر خارجي وبفرض أن هناك موجة واردة على المادة هنالك احتمال انتقال الذرة إلى E_2 بفعل الموجة الواقفة بفرق طاقة($E_2 - E_1$) وهذه تمثل عملية الامتصاص ويكون معدل الامتصاص...

$$\frac{dN_1}{dt} = +B_{12}N_1 P \qquad (2.3)$$

2.2.2 الإنبعاث التلقائي:

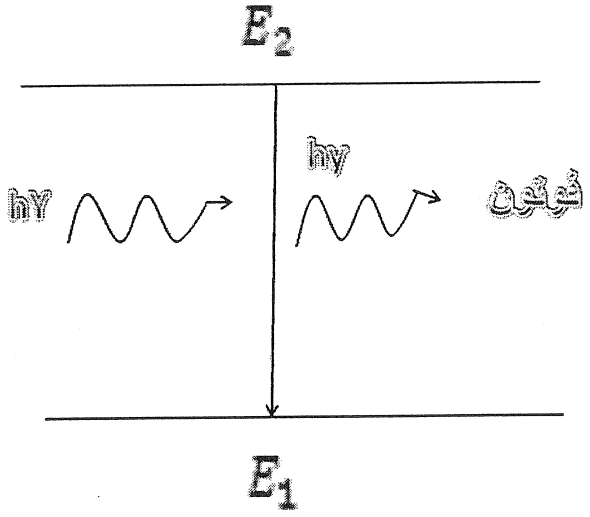


شكل رقم (2.2 عملية الإنبعاث التلقائي)

ويمثل هذا النظام مستويين من الطاقة E_1 المستوى الأرضي وE_2هي التى توجد بها الذرات أو الجزيئات في المادة وفى هذه الحالة الجزئي يحاول أن يعود إلى المستوى E_1 وهو مستوى الاستقرار لذلك تتحرر طاقة مقدراها $E_2 - E_1$ وتكون في شكل موجات كهرومغناطيسية و يطلق على هذه (العملية الإنبعاث التلقائي).

$$\frac{dN_2}{dt} = +A_{21}N_2 \qquad (2.4)$$

2.2.3 الانبعاث المُستحث:



شكل رقم(2.3 عملية الإنبعاث المستحث)

وفي هذه الحالة تنتقل الذرة من مستوى الطاقة E_2 الى E_1 عندما يمر بها فوتون الفرق في الطاقة.

$$\Delta E = E_2 - E_1 \qquad (2.5)$$

ولكن حصل بفعل فوتون، وتطلق فوتوناً يكون مشابه للفوتون الساقط ويكون له نفس طاقة الفوتون الساقط وهذا يعني أن يكون له نفس التردد و الطول الموجي والطور، وتكون الفوتونات الناتجة مترابطة.

$$\frac{dN_2}{dt} = B_{21} N_2 P \qquad (2.6)$$

2.3 تضخيم الضوء والانقلاب السكاني:

تضخيم الضوء: عندما تجبر مجموعة الذرات أو الجزئيات لتكون في وضع متهج فإن انبعاث فوتون مفرد خلال انتقال الذرة أو الجزيء إلى مستوى اقل سوف يحث غالبية الذرات الأخرى الموجودة في نفس مستويات الطاقة العليا باستخدام طاقة خارجية مثلاً وعند حدوث ذلك نقول انه حدث انقلاباً للتعداد ويكون احتمال حدوث الانبعاث المستحث كبيراً.

نفس مستويات الطاقة العليا باستخدام طاقة خارجية مثلاً وعند حدوث ذلك نقول انه حدث انقلاباً للتعداد ويكون احتمال حدوث الانبعاث المستحث كبيراً.

من المعادلات السابقة: ...

بإهمال الإنبعاث التلقائي:

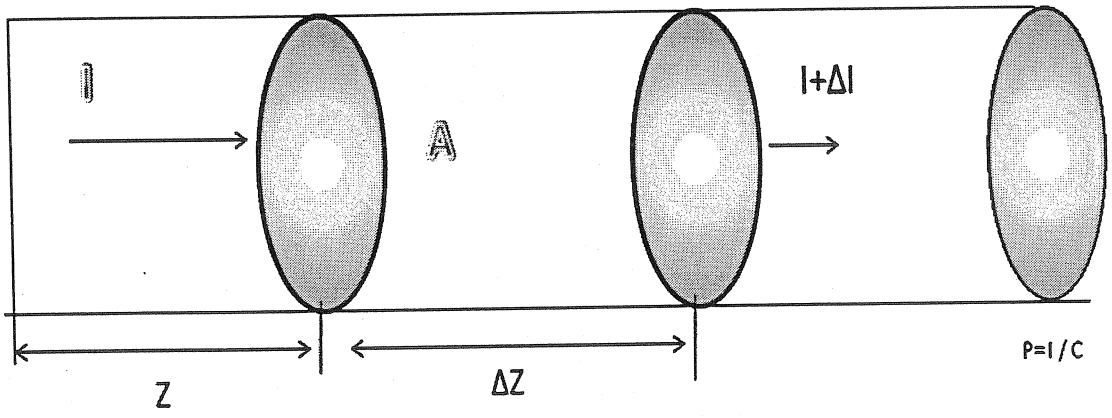
$$B=B_{12}=B_{21} \qquad (2.7)$$

$$\left(\frac{dN_2}{dt}-\frac{dN_1}{dt}\right)A\,\Delta Z= \text{ صافي الإنبعاث} \qquad (2.8)$$

$$B\,(N_2-N_1)\,P\,A\,\Delta Z= \text{ صافي عدد الإلكترونات الهابطة من } E_1 \text{ إلى } E_2 \text{ في الثانية} \qquad (2.9)$$

$$(\Delta IXA)\,/\,h\,f= \text{صافي عدد الفوتونات في الثانية} \qquad (2.10)$$

$$B\,(N_2-N_1)\,P\,A\,\Delta Z = (\Delta I\,X\,A)\,/\,h\,f \qquad (2.11)$$



شكل رقم(2.4حساب شدة الإستضاءة)

$$B\,(N_2-N_1)\;(\,I\,/\,C)\,\Delta Z=\Delta I/h\,f \qquad (2.12)$$

$$\Delta Z = \int_0^z dz \;،\Delta I = \int_{I_0}^{I} dI \qquad (2.14)$$

$$I= h\,f \qquad (2.15)$$

$$B\,(N_2-N_1)\,(h\,f/C)\int_0^Z dz=\int_{I0}^{I} dI/I \qquad (2.16)$$

$$\ln I|_{I_0}^{I} = hf/CB(N_2 - N_1)Z|_0^Z \qquad (2.17)$$

$$I=I_0 e^{B(N_2-N_1)(hf/C)Z} \qquad (2.18)$$

2.4 تركيب جهاز الليزر وطريقة عمله:

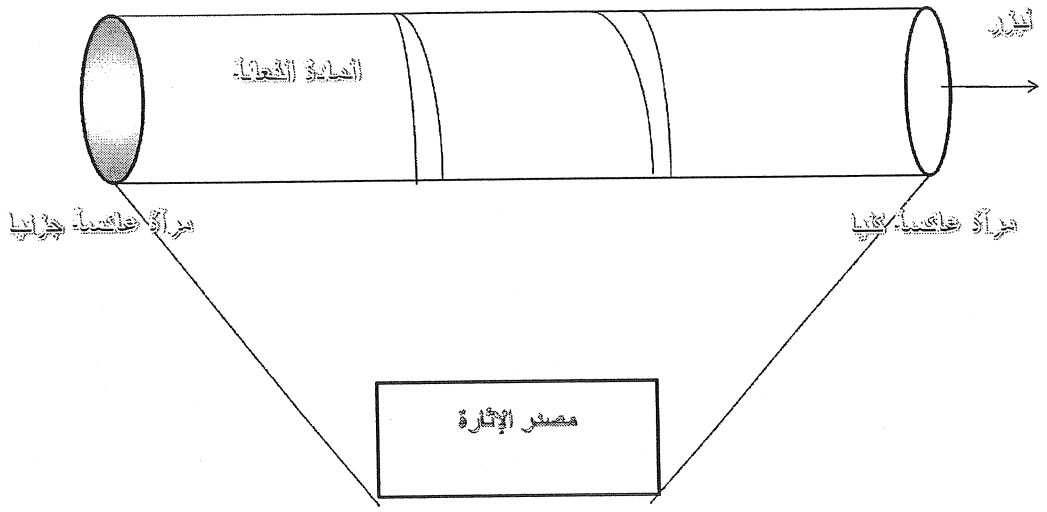
2.4.1 تركيب جهاز الليزر:

يتركب جهاز الليزر من:

أ. المادة الفاعلة (النشطة) .

ب. المرآتان إحداهما عاكسة كلياً والأخرى جزئياً.

ت. مصدر الاثارة أو الضخ.



شكل رقم(2.5تركيب جهاز الليزر)

2.4.2 طريقة عمله:

عند إستثارة الفوتونات الموجودة في المستوى الأرضي داخل المادة الفعالة من خلال تسليط مصدر الفخ المناسب فإن الذرات تنتقل إلى المستويات الأعلى وبعد انقضاء زمن معين يعرف بعمر المستوى فإن الذرات تهبط إلى المستويات الأدنى وهذا هو الانبعاث المستحث وجزء من الفوتونات المنبعثة تتحرك موازية للمحور الأصلي ويحدث لها انعكاس وتصادم مع ذات اخرى. فتنتج فوتونات مشابهة للفوتونات المستحثة ويستمر التكاثر للفوتونات المترابطة باستمرار بعد الانعكاس الكلي ومن ثم تهرب بعض الفوتونات خارج المرآتان وتستمر الأخرى حتى الوصول إلى حال الاستقرار وتهرب كل الفوتونات المنبعثة.

2.5 خواص شاع اليزر:

يتميز الليزر عن بقية أنواع الضوء الصادرة من المصادر الطبيعية كالشمس و المصابيح التقليدية والصناعية كالمصابيح الكهربائية بعدة خواص كما يلي:

2.5.1الاتجاهية (Directionality):

وهي أن شعاع الليزر له زاوية انفراج غاية في الصغر بحيث يمكنه أن يسير لمسافات طويلة دون أن تتشتت طاقته وان قطر شعاع الليزر يبلغ 2mm عند خروجه من الليزر بينما سيكون قطره 5mm فقط بعد أن يسير 1000 km وتحدد زاويته انفراج شعاع الليزر من عدة عوامل أهمها عرض الشعاع عند خروجه من المصدر وطول موجة الإشعاع حيث تتناسب عكسياً مع عرض الشعاع الابتدائي طردياً مع طول الموجة وهذه الخاصية لها عدة تطبيقات كقياس المسافات البعيدة و القصيرة والتأثير على الاهداف بدقة متناهية كما في أنظمة المساحة ورسم الخطوط المستقيمة في أعمال الإنشاءات المختلفة.

2.5.2أحادية اللون (Monochromaticity):

حيث أن ضوء الليزر يتكون من حزمة ضيقة جداً من الترددات الضوئية بعكس بعض أنواع الضوء الأخرى التى تتكون من طيف واسع جداً من الترددات ولذا فإنها تبدو للعين كضوء أبيض يحتوي على جميع ألوان الطيف المرئي بينما يبدو ضوء الليزر بلون واحد فقط عالي النقاء وتستغل هذه الخاصية فى استخدام ضوء الليزر كحامل للمعلومات بدلاً من الحاملات الرادوية خاصة فى أنظمة اتصالات الألياف الضوئية التى تتطلب وجود مصادر ضوئية أحادية اللون أي عرض نطاق ترددات ضوءها غاية في الصغر.

2.5.3الترابط (Coherence):

وهي من الترددات التى يتكون منها شعاع الليزر لها نفس الضوء و الاستقطاب وتستغل هذه الخاصية للحصول على أشكال تداخليه لا يمكن الحصول عليها من خلال استخدام أنواع الضوء الأخرى ويستخدم التداخل الضوئي لأشعة الليزر في تطبيقات لا حصر لها في قياس السرعات ودراسة تركيب المواد والتصوير ثلاثي الابعاد .

2.6 أنواع الليزرات:

تصنف الليزرات حسب نمط خروج الليزري الي المستمر أو النبضي و حسب المنطقة من الطيف الكهرومغناطيسي، وحسب القدرة الخارجة منخفضة أو عالية و حسب خطورة وحسب المادة الفعالة.

أما تصنيف الليزرات حسب المادة الفعالة المستخدمة تنقسم الى ثلاث أنواع رئيسية:

2.6.1 ليزر الحالة الصلبة:

هو الليزر الذي ينتج بواسطة مادة او خليط من مواد صلبة مثل الياقوت أو خليط من الألمونيوم واليتريوم و النيوديميم neodymium: yttrium – aluminum ويسمى بليزر الTAG اختصاراً يكون طوله الموجي في منطقة الأشعة تحت الحمراء [6] .

2.6.2 ليزرات الحالة الغازية:

وهي تعتمد على مادة غازية مثل الهيليوم و النيون وغاز ثاني اكسيد الكربون وتكون أطوالها الموجبة في مدى أشعة تحت الحمراء وتستخدم في قطع المواد الصلبة لطاقتها العالية [6] . تكون كثافة الوسط الفعال قليلة ومن هنا يكون التوزيع المعكوس صغير عند مقارنته مع ليزرات الحالة الصلبة وتعد هذه إحدى أسباب كبر حجم منظومات الليزر الغازية مقارنة مع ليزرات الحالة الصلبة للقدرة ذاتها. ان ضيق خطوط امتصاص ذرات الغازات يجعل الضخ الضوئي ليس عملياً، لذلك يتم القيام بضخ بواسطة التفريغ الكهربائي. يوضع الغاز في أنبوبة زجاجية مفرغة تحت ضغط منخفض وتوجد عند نهايتي الانبوبة أقطاب التفريغ الكهربائي الكاثود Cathode وألأنود Anode تتسارع الالكترونات التى تنتج من خلال التفريغ الكهربائي باتجاه الأنود وبسبب الإصطدامات تكتسب الذرات المتعادلة أو الايونات طاقة إضافية تتهيج بواسطتها إلى مستويات طاقة أعلى. يؤدي اكتساب الطاقة هذا إلى حصول التوزيع المعكوس الذي يكون الشرط اللازم لفعل الليزر. من الملائم

تقسيم الليزرات الغازية إلى ليزرات غازية ذرية وليزرات أيونية وليزرات جزيئية بسبب الاختلاف بين الأسس النظرية والعملية التى تعتمد عليها [7] .

2.6.2.1ليزرات الغازات الذرية:

* ليرز هليوم – نيون:

من ناحية التصميم يتكون ليزر الهيليوم – نيون التقليدي من أنبوبة زجاجية تحتوي على غازات وعلى وسائل القيام بالتفرغ الكهربائي ومرايا عند نهايات الأنبوبة لتكون حجرة المرنان. تكون المرايات خارج أنبوب البلازما بحيث يتم إخراج الضوء خارج الانبوبة بأقل انعكاس ويتم ذلك بواسطة استعمال نافذة بريستر Brewster Windows التي هي عبارة عن صفائح زجاج بصرية مسطحة تتجه عند زاوية بريستر Brewster angle ويكون عند هذه الزاوية الانعكاس الداخلي ضمن الأنبوبة صفراً لضوء استقطاب معين.

الوسط الفعال لهذا النوع من الليزرات الغازية هو خليط من غازيّ الهيليوم والنيون . تتم عملية الضخ من خلال تسليط فرق كافي لإحداث التفريغ الكهربائي. بواسطة جهاز قدرة يتم تزويد المنظومة بالفولتيه والتيار اللازمين. تتم الانتقالات الليزية بين مستويات الطاقة الخاصة بغاز النيون إذ أن هناك العديد من الانتقالات تبدأ من المستويين (2s , 3s) ولعدم وجود انتقالات الكترونية من مستويات الأخرى إلى هذه المستويات خلال عملية الضخ يتم إضافة غاز الهيليوم الذي يمتلك مستويات طاقة متهيجة مع المستويين (2s , 3s) لغاز الهيليوم – نيون . يمكن تصنيف ليزر الهيليوم – نيون ضمن نظام المستويات الأربعة، يبعث ليزر الهيليوم – نيون أطول موجية هي 543 nm و 594nm و 612nm و 633nm وهو من الأنواع الشائعة الاستعمال فى المعامل بسبب كلفته المنخفضة. تكون هذه الليزرات ذات الكفاءة قليلة (0 to 0.1% .01%) وقدرة قليلة (max 10mV) يستعمل ليزر الهيلوم – نيون في الأبحاث الكيمائية والتحليل الطيفي والصور المجسمة (الهولوغرافي) والاتصالات [7] .

*ليزر بخار النحاس:

ليزر بخارج النحاس cooper Vapor Laser (CVL) يشابه ليزر بخار الذهب ويتميز هذا الجهاز بكفاءته العالية نسبياً في مجال الطيف المرئي وهو من أنواع الليزرات النبضية.

من ناحية التصميم يتكون من أنبوبة مصنوعة من الألومنيا Alumina أو الزركونيا Zirkonia مع نوافذ ومرايا عند نهايات الانبوبة. انعكاسية واحدة من المرايا تكوِّن 100% بينما تكون الأخرى مرآة شفافة حيث تعكس فقط 10% يتم ملأ الأنبوبة بغاز خامل وكمية قليلة من نحاس نقي. يتم ملأ الانبوبة في العادة بغاز النيون. يكون قطر الانبوبة بحدود 10-8mm . يمكن لهذا الليزر العمل بدون حجرة بصرية لآن هذه الليزرات تمتلك وسط فعال كبير.

يمثل بخار النحاس الوسط الفعال لهذا النوع من الليزرات ولأن بخار النحاس يتطلب حرارة عالية فهذا يتطلب أن تبقى أنبوبة التفريغ الكهربائي عند درجة حرارة عالية. إن ليزر بخار النحاس هو ليزر المستويات الثلاثة وهو كذلك ليزر نبضي بسبب ازدياد مستويات الطاقة بسرعة كبيرة لا يكون بعدها التوزيع العكسي كافياً لمحافظة على الانبعاث. ان المستويات الثلاثة فى ليزر بخار النحاس تؤدي إلى انبعاث طولين موجبين منفصلين احدهما عند 0.578µm منتجاً ضوءاً اصفراً والآخر عند 0.578µm منتجاً ضوءاً اخضراً.

لليزر بخار النحاس استخدامات في العلاج الضوئي الحركي photo- dynamic therapy لمرضي السرطان وتصوير الانطلاق السريع للحصول على صورة واضحة عند السرعة العالية وكمصدر ضخ لليزرات الصبغة Dye lasers . [7] ويستعمل في تحليل طبعات الأصابع.

2.6.2.2ليزرات الغازات الأيونية:

من بين نماذج هذا النوع مايلي :

***ليزر أيون الأركون:**

تنتقل الالكترونيات في هذا النوع من الليزرات بين مستويات الطاقة للأيون بعد ضخها في أنبوبة التفريغ الكهربائي اذ تبدأ العملية بتأين ذّرات الأركون (طاقة تأينها بحدود15. 75ev) ثم يتم تزويدها بطاقة إضافية لتحفيزها إلى مستويات طاقة أعلى من المستوى الأرضي (بحدود 19.68eV) إن كفاءة هذا النوع من الليزرات صغيرة بسبب ما تتطلبه من طاقة ضخ كبيرة ويمكن زيادة الكفاءة في حالة تسليط مجال مغناطيسي يتجه بإتجاه محور انبوبة التفريغ الكهربائي . يبعث هذا الليزر أطوال موجية هي [7] . 458nm و488nm و 514.5nm.

***ليزر الهليوم –كادميوم:**

يعد ليزر الهيلوم –كادميوم أفضل الليزرات المعروفة من عائلة الليزرات التى تبعث بخطوط أبخرة المعادن المتأينة وفى الحقيقة أنه أول ليزرات بخار المعدن المكتشف ويمكنه انتاج قدرات مستمرة الى حدود تصل الى 100mw عند الطول الموجي 442nm في الطيف الأزرق وإلى حدود 20mw عن الطول الموجي 325nmفي الإشعاع فوق البنفسجي.

يتم في هذه الليزرات تسخين الكادميوم فى أنبوية تفريغ كهربائية تحتوي على غاز الهيليوم عند تسخين معدن الكادميوم يتحول جزء من الكادميوم الى بخار ثم يتأين وتصبح ذارته في حالة استثارة ومن خلال تبادل الطاقة مع ذرات الهيليوم المستثارة يتحرر إلكترون من خلال عملية تبادل الطاقة هذا مكتسباً فرق الطاقة بين ذرة الهليوم وأيون الكادميوم المستثارين [7] .

***ليزر الهليوم فضة:**

يولد أطوال موجية فوق بنفسجية بطول موجي224nm [7].

*ليزر النيترون N_2 :

وهو ليزر غازي ويبعث نبضات قصيرة بمعدل إعادة عالي في مدى الإشعاع فوق البنفسجي عند الطول الموجي 337.1nm.

من ناحية التصميم يختلف ليزر النيتروجين عن ليزر ثاني اكسيد الكربون باختفاء مرآة الخرج و فضلاً عن ذلك تتعرض كل جزيئات النتروجين المتهيجة اضمحلالاً إشعاعياً عبر فترة زمنية قصيرة عاملة على تفريغ الحجرة من طاقتها بفاعلية وبذلك يتم انتاج نبضة ذات شدة عالية دون الحاجة للتمرير المتكرر للضوء إلى الأمام والخلف بين المرايا. و في الواقع يمكن لليزر النتروجين العمل بنجاح دون أي مرايا عند النهايات وأن الحاجة لمرآة توضع عند أحدى نهايات الحجرة هو فقط لغرض توجيه الخرج.

يعمل ليزر النيتروجين عبر الانتقالات الالكترونية فيتم تهييج الغاز بواسطة تفريغ كهربائي بفولتيه عالية والذي يجعل المستوى الالكتروني الثالث مشغولاً ويمتلك مستوى الليزر الأعلى عمر حياة قصيرة جداً 40ns ونتيجة لذلك لا يمكن المحافظة على التوزيع المعكوس ويمتلك مستوى الطاقة الأقل لانتقال الليزر عمر حياة طويلة يجعله يمتلأ بالجزيئات والذي سيحدد معدل إعادة النبضات .

يمكن لهذا الليزر إنتاج ذروة شدة في مدى $1010W/m^2$ وبذلك يكون أحد المصادر التجارية ذات القدرة الأكبر نوعاً ما بالنسبة للإشعاع فوق البنفسجي. نتيجة لذلك غالباً ما يستعمل في الدراسات الكيمائية الضوئية كما يستعمل في تحليل الأطياف وفي عملية الضخ لليزر الصبغة وفي التحكم بالتلوث (التحسس عن بعد) ويستعمل في قياسات عمر الحياة الذرية و الجزيئية وكذلك في الأبحاث الطبية والإحيائية[7] .

2.6.2.3.ليزر الغازات الجزيئية:

*ليزر ثاني أكسيد الكربون:

يعتبر من أنواع ليزر الغاز الجزيئي، ويعد ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2 من أهم الأنواع لكفاءته العالية التى بتلغ حوالي 30% وكبر حجم القدرة الخارجية والتى قد تصل الى عشرات الكيلواط والتى تكون في بعض الأنواع تعمل بنمط التشغيل المستمر، وهذه القدرة الكبيرة هي ما أوحت للصحافة الشعبية بتسمية الليزر (بسلعة الموت) وهي التى جعلت هذا النوع يستخدم في كثير من التطبيقات الصناعية العسكرية. ولأشعتها تطبيقات في أنظمة الاتصالات البصرية كالرادارات البصرية وتكون مناسبة للأنظمة الأرضية والفضائية لأن الأشعة تحت الحمراء تتشتت أو تمتص بشكل طفيف بواسطة الغلاف الجوي فقط.

يعد طيف الغازات الجزيئية اكثر تعقيداً من تلك التى لعدد من الغازات الذرية فبالإضافة لمستويات الطاقة الالكترونية للذرات الحرة هناك جزئيات تمتلك مستويات تظهر من اهتزازات ودوران كمي للذرات نفسها. وبذلك يكون هناك لهيئة الكترونية في جزئية معطاة عدد من مستويات اهتزاز متباعدة بالتساوي تقريباً و هنالك لكل مستوى اهتزاز عدد من مستويات دورانية.

يؤدي إضافة غاز النتروجينN_2 لحجرة الليزر إلى ارتفاع انتقائي لجزئيات CO_2الى مستويات ليزر مطلوبة و هذه مشابهة للانتقال الانتقائي لطاقة التهيج من ذرات الهيليوم إلى ذرات النيون في ليزر الهوليوم – نيون.

ترجع الكفاءة العالية لليزر CO_2إلى مساهمة حقيقية لحاجة المستويات الاهتزازية والدورانية لطاقة اقل للتهييج وأن جزء كبير من هذه الطاقة يتحول إلى حزمة ليرز بينما لغرض تهيج ذرة هيلوم إلى أول مستوى غير ممستقر وتحتاج الي مايصل20فولت وأن ثلثا منها مطلوب لاستثارة جزئيةCO_2 الي مستويات الاهتزازية والدورانية الأولي المنخفضة [8] .

2.6.3 ليزر الحالة السائلة:

يتميز بسهولة تحضيره في المختبرات، كما أن المواد المستخدمة فيه اقتصادية إلى درجة كبيرة، بالمقارنة مع أجهزة الليزر الأخرى، بالإضافة إلى إمكانية تغيير السائل المستخدم بسهولة للحصول على أشعة ليزر ذات مواصفات جديدة، دون تغيير جهاز الليزر. ويمكن لجهاز ليزر السوائل ان ينتج أشعة ليزر بألوان مختلفة وموجات ضوئية ذات أطوال متباينة، والسوائل المستخدمة هنا تعتمد في تركيبها على مادة الصبغة العضوية الكيماوية التى توجد في الطبيعة على هيئة أجسام صلبة تختلف في التركيب الكيماوي [6] .

2.6.4 ليزر اللأصباغ Dye Laser :

هو عبارة عن مواد عضوية معقدة مثل الرودامين مذابة في محلول كحولي و تنتج ليزر يمكن التحكم في الطول الموجي الصادر عنه [6] .

وإضافة إلى هذه الأنواع هناك نوع آخر هو ليزر أشباه الموصلات، فعلي الرغم من كون الوسط الفعال في هذا النوع مادة صلبة، إلا ان جوهر العمل لهذا النوع يختلف تماماً عن الليزرات الحالة الصلبة ويطلق عليه أحياناً ليزر الدايود ويعتمد على المواد شبه الموصلة ويمتاز بحجم صغير ويستهلك طاقة قليلة ولذلك يستخدم في الأجهزة الدقيقة مثل أجهزة السي وطباعات الليزر،وكذلك في الألياف البصرية ولكن أكثر أنواع الليزرات المستخدمة في التطبيقات الصناعية هي:

1- ليزر ثاني أوكسيد الكربون المستمر.

2- ليزر ثاني أوكسيد الكربون النبضي.

3- ليزر النيدميوم- ياك المستمر.

4- ليزر النيدميوم – ياك النبضي.

6-ليزر النيدميوم – زجاج المستمر.

5- ليزر الياقوت النبضي.

6- ليزر التيتانيوم – زفير.

7- ليزر فلوريد الكربتون [6]

الباب الثالث

الألياف الضوئية

3.1 مقدمة :

تعتبر الألياف الضوئية من أحد أهم منظومات الإتصال وخاصة منظومة الشبكة العنكبوتية والهاتف الجوال .

لهذا سيهتم هذا الباب بتركيب الليف الضوئي وآلية انتقال الضوء عبر الألياف الضوئية ،الألياف الطبيعية والتركيبية بالإضافة لأنواع الليف البصري وتركيب منظومة الإتصالات .

2.3 تركيب الألياف الضوئية :

تعرف الألياف البصرية بأنها عبارة عن شعيرات طويلة من زجاج علي درجة عالية من النقاء يصل رفعها إلي حد أن تماثل شعرة رأس الإنسان تصطف هذه الشعيرات معآ في حزمة تسمي الحبل الضوئي وهي يمكن أن تصنع أيضا من مواد شفافة أخري مثل المطاط الصناعي (البلاستيك) .

إذا نظرت عن قرب لأحد هذه الألياف الضوئية نجد أنها تتكون من ثلاثة طبقات إسطوانية وهي :

3.2.1القلب Core :

وهو قلب من الزجاج الفائق النقاء يمثل المسار الذي ينتقل الضوء من خلاله .

3.2.2 اللحاء الزجاجي Cladding :

وهو المادة التي تحيط بالقلب الزجاجي وهو مصنوع من الزجاج يختلف معامل انكساره عن معامل انكسار الزجاج الذي يصنع منه القلب ويعكس الضوء باستمرار ليظل داخل القلب الزجاجي .

يكون معامل انكسار اللحاء أقل من معامل انكسار القلب حتي يسري الشعاع الضوئي أو الليزري بالإنعكاس الكلي الداخلي .

3.2.3الغلاف الواقي Buffer Coating:

وهو غلاف مطاطي صناعي يحمي القلب من الضرر المتمثل في العوامل الجوية مثل الحرارة والرطوبة هذا الغلاف الذي يحمي الليف اختصاراً بالواقي [9].والغبار ويسمي

3.3 آلية إنتقال الضوء عبر الألياف الضوئية :

لإنتقال الضوء خلال الليف الضوئي يسقط شعاع علي الليف بزاوية معينة من الهواء تسمح بمرور للشعاع θ_aالشعاع عبر الليف الضوئي بلأنعكاسات الكلية المتتالية . وتسمي أكبر زاوية تسمح بمرور عبر الليف بالإنعكاسات المتتالية بزواية القبول

a=a ueetane angle

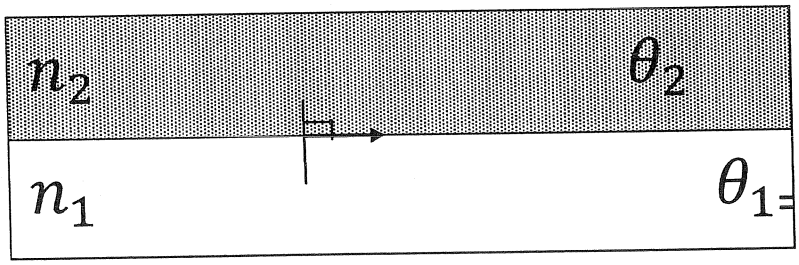
فعند إنتقال الضوء في وسط معامل انكساره n_1وبزاويهθلوسط معامل انكساره n_2وبزاوية θ_2

فأن قانون سنل ينص علي أن :

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \qquad (1.3.3)$$

فأذا إنعكس الشعاع داخلياً في الوسط n_1فإن زاوية الحرجة $\theta_c (C = critical)$ في

الوسط التي يسقط عندها الشعاع منطبقا علي السطح الفاصل بين الوسطين تستوفي العلاقة في الاسفل (الزاوية الحرجه هي حاله خاصة لقيمة زاوية لسقوط الشعاع عندما تكون زاوية الإنكسار 90):



الشكل (1.3.3الزاوية الحرجة)

$\theta_1=\theta_1 C$ ، $\theta_2=90$

إذن من العلاقة (1.3.3):

$$n_1 \sin\theta_1 C=n_2 \sin 90$$

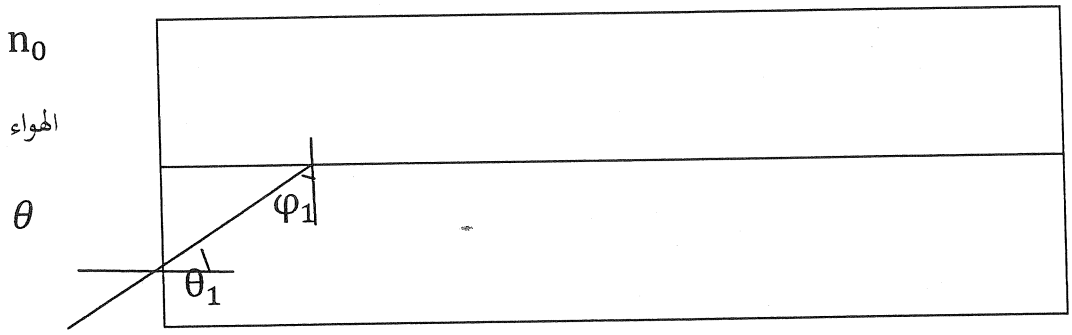
$$\sin\theta_1 C=\frac{n_2}{n_1} \qquad (3.3.2)$$

n_2أصغر من n_1أي $\frac{n_2}{n_1}$ أصغرمن أو تساوي 1 .

فإذا سقط شعاع من وسط معامل انكساره n_0 مثل (الهواء) لوسط معامل انكساره n_1

فإن قانون سنل ينص علي أن :

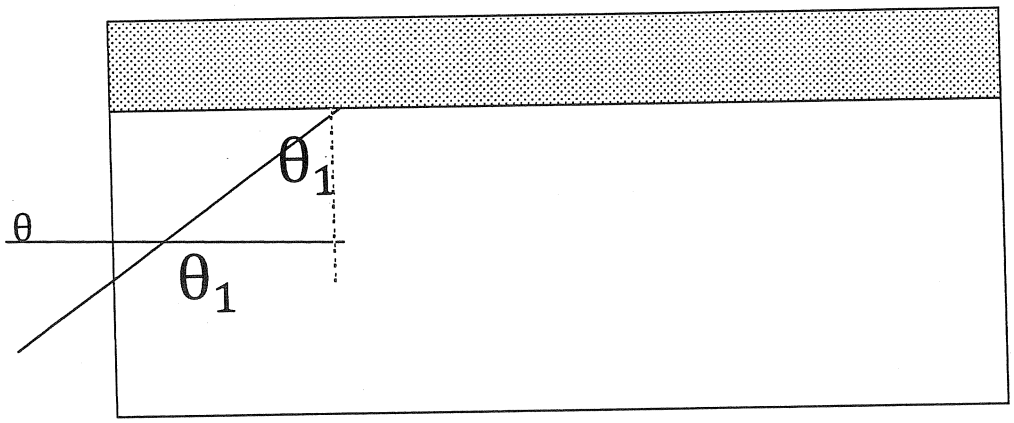
$$n_0 \sin\theta=n_1 \sin\theta_1$$



الشكل (3.3.2 سقوط شعاع من الهواء علي الليف الضوئي)

ومن الرسم يتضح أن :

$$\theta_1+\emptyset_1=90 \qquad (3.3.4)$$



الشكل (3.3.2سقوط الضوء داخل الليف)

إذن

$$\sin\theta_1=\cos\emptyset_1 \qquad (3.3.5)$$

$$n_0 \sin\theta=n_1 \cos\emptyset_1 \qquad (3.3.6)$$

ولكي يحدث الإنعكاس الكلي الداخلي فلابد أن تكون $\emptyset_1 \geq \theta_1 C$

أي أن :

$$\sin\emptyset_1 \geq \sin\theta_1 C$$

ومن(2.3.3) يكون :

$$\sin\emptyset_1 \geq \frac{n_2}{n_1}$$

ومن العلاقات المثلثية يتضح أن :

$$\sin^2\emptyset_1 + \cos^2\emptyset_1 = 1$$

إذن :

$$\sin^2\emptyset_1 = 1 - \cos^2\emptyset_1$$

بتربيع طرفي(7.3.3) ينتج :

$$\sin^2\emptyset_1 \geq \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$1 - \cos^2\emptyset_1 \geq \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$-\cos^2\emptyset_1 \leq -1 + \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$\cos^2\emptyset_1 \leq 1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$\cos\emptyset_1 \leq 1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2]^{1/2} \qquad (3.3.8)$$

ومن (6.3.3) تصبح (8.3.3) في صيغة :

$$n_0 \sin\theta = n_1 \cos\emptyset_1 \leq n_1[1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2]^{1/2}$$

$$\sin\theta \leq \frac{(n_1^2 - n_2^2)^{1/2}}{n_0} \qquad (3.3.9)$$

وعليه تصبح أكبر زاوية تسمح بدخول الضوء من الهواء لليف بحيث تسمح بمرور شعاع الضوء بالإنعكاسات الكلية المتوالية هي زاوية القبول :

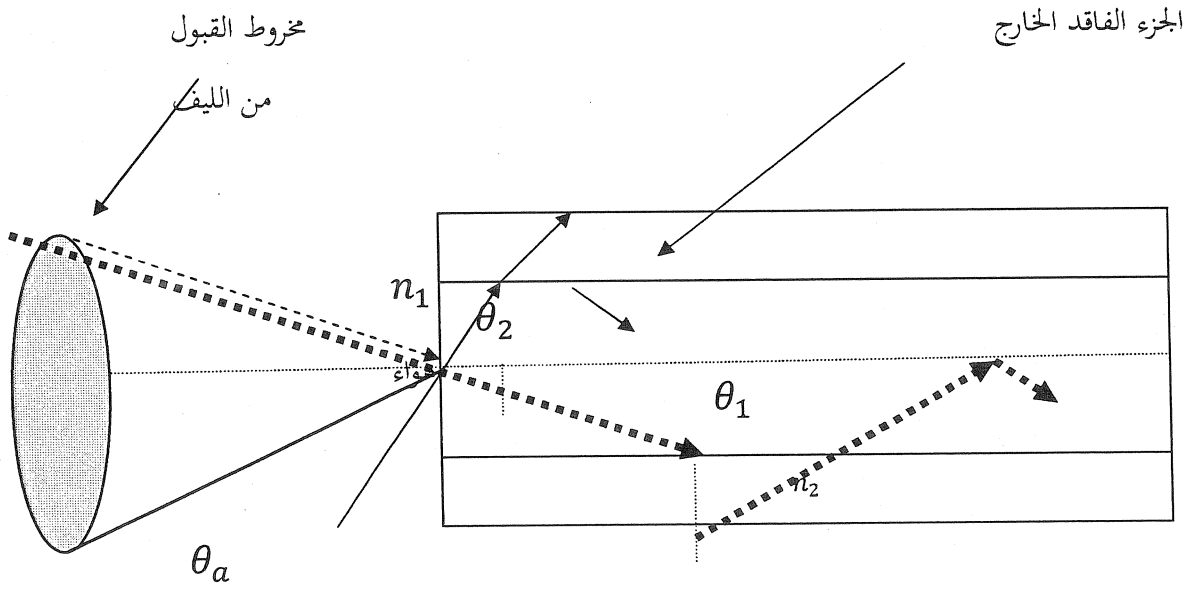
$$\sin\theta_a \leq \frac{(n_1^2 - n_2^2)^{1/2}}{n_0} \qquad (3.3.10)$$

فعندما ينتقل الليف من الهواء الذي معامل نكساره $n_0 = 1$ فإن زاوية القبول تساوي:

$$\theta_a = \sin^{-1}(n_1{}^2 - n_2{}^2)^{1/2} \qquad (3.3.11)$$

فلكي يمر الشعاع عبر الليف البصري لابد أن تكون زاوية سقوط الشعاع من الهواء لليف θ من أصغر θ_a.

$$\theta \leq \theta_a$$



شكل (3-3-13زاوية القبول التي تسمح بنتقال الضوء الي داخل الليف)

كما يتضح من الشكل فأن الشعاعAيدخل بزاوية أقل من زاوية القبول ويصل الي الحد الفاصل بين اللب والمحيط بزاويهθ_cوبذلك يتتبع مساره عبر الليف بشكل صحيح(يحقق الإنعكاس الكلي الداخلي) ويكون الفقد في هذه الحالة أقل مايمكن يدخل شعاع B

إلي الليف بزاوية أكبر من زاوية القبول حيث يصل ألي الحد الفاصل بين اللب والمحيط بزاوية أقل من الزاوية الحرجة وبذلك فأن جزء منه ينكسر بإتجاه المحيط ويخرج خارج الليف ممايتسبب في فقد جزء

من الضوء المنتشر وبذلك لايمكن له أن يتحقق الإنعكاس الكلي الداخلي ومن هنا يتضح معني ومفهوم زاوية القبول بأنها الزاوية التي يجب علي الشعاع الداخل أن يدخل بزاوية تساويها أو أقل منها حتي يتحقق الإنعكاس الكلي وبتالي ينتشر عبر الليف بشكل صحيح وبأقل فقد ممكن ، وفي نفس الوقت ،فأن الشعاع الداخل لليف بزاوية أكبر من زاوية القبول فإن جزءا منه ينكسر عبر محيط الليف وبتالي سوف يفقد وما تبقى منه ينعكس داخل الليف وهنا نحصل علي انعكاس جزئي وليس كليا .لذلك حتي يتم إرسال الضوء لأطول مسافة ممكنه يجب مراعاة إدخال الضوء لليف بزاوية لا يتجاوز قيمة زاوية القبول .وهنالك مصطلحان آخران يغيران في فهم الية انتقال الضوء عبر الليف البصري

وهما الفرق النسبي لمعامل الإنكسار Δ ومقياس الفتحة N_A.

$$\Delta = \frac{(2n_1)(n_1-n_2)}{2{n_1}^2} = \frac{n_1-n_2}{n_1} \qquad (3.3.14)$$

كمان ان هنالك مصطلح اخر يسمي بمقياس الفتحة N_A

$$N_A = Numerical\ Aberture$$

وهو قيمة عددية اكثر شمولاً من زاوية القبول حسب المعادلة (11.3.3) وبإعتبار $n_0 = 1$ معامل إنكسار الهواء

$$N_A = n_0 \sin\theta_a = ({n_1}^2 - {n_2}^2)^{1/2} = \sin\theta_a \qquad (3.3.15)$$

وهو يعبر عن مقدار الإشعاع الذي يدخل الليف يزيد بزيادة الزاوية حيث تدخل كل الاشعة في المدي الزاوي .

$$0 \leq \theta \leq \theta_a \qquad (3.3.16)$$

وهذا المدي هو المدي الزاوي لكل الأشعة التي تستطيع الإنتقال عبر الليف ويمكن إيجاد N_A من (15.3.3) و (14.3.3) بدلالة الفرق النسبي حيث :

$$N_A=n_0 \sin\theta_a = n_1[2\frac{(n_1{}^2-n_2{}^2)}{2n_1{}^2}]^{1/2}$$

$$N_A=n_1[2\Delta]^{1/2} \qquad (3.3.17)$$

للتذكير فإن:

(θ_a) تأخذ قيم بين الصفر و90 .

(N_A)بين الصفر والواحد.

(Δ) تكون عادة أقل من الواحد.[10].

في الواقع العملي عادة ما تستخدم العدسات بين المصدر الضوئي ومقدمة الليف للمساعدة في تجميع الضوء وتركيزه بحيث يسهل إدخاله الي الليف ، زبنفس الطريقة تستخدم العدسات لإيصال الضوء من مخرج الليف الي الكاشف الضوئي .

1.6.3 الألياف الطبيعية والتركيبية:

عندما يمر شعاع ضوئي أحادي طولي الموجي ومستقطباً إستوئياً خلال نظام من الجزئيات المرتبة فإنه يعاني إنكساراً نتيجة تفاعل الضوء مع المادة ، ويختلف هذا التفاعل بإختلاف المتجه الكهربي للشعاع الضوئي الساقط والمستقطب إستوئياً ولهذا المتجه الكهربي إتجاهان هما :

1-في إتجاه محور الشعيرة .

2-في إتجاه عمودي عليه وتعرف المادة في هذه الحالة بإنها متباينة الخواص الضوئية ويكون لها إنكسار مزدوج أي قيمتان لمعامل الإنكسار ، أحداهما الضوء المستقطب في إتجاه مواز لمحور الشعيرة والأخر في الإتجاه العمودي عليه ويقاس الإنكسار المزدوج بالفرق بين قيمتي معاملي الإنكسار المذكورين وتختلف الخصائص الضوئية للألياف بإختلاف إتجاه إنتشار الأشعة بالنسبة لمحور الشعيرة ،

ويصل الإختلاف في هذه القيم الي الحد الأقصي عند إستخدام ضوء [11]. مستقطباً في إتجاه مواز للمحور وفي الإتجاه العمودي عليه

7.3 عيوب الألياف الضوئية :

من أهم عيوبها قابليتها للقطع والكسر خاصة عند ثنيها أو شدها وذلك بسبب هشاشة المادة المصنعة منها وهي الزجاج وكذلك بسبب صغر قطرها الذي لا يتجاوز الربع ملليمتر ولهذا السبب تحتاج الكيبلات الضوئية الي عدة طبقات من الحمايةتحول دون كسرهاعند الثني أو قطعها عند الشد . أما عيبها الثاني هو زيادة فقدها عند ثنيها حول المنعطفات أثناء تمديدها بسبب تسرب الضوء خارج قلب الليف في منطقة الثني ولذا يجب أن لا يقل نصف قطر الثني أو الإنحناء عن حد معين حيث يزداد الفقد كلما زاد الإنحناء . أما عيبها الثالث فهو صعوبة ربط الألياف الضوئية ببعضها البعض وكذلك ربطها مع المصادر والكواشف الضوئية حيث تتطلب عملية الربط بين الإلياف ضمان إنتقال الضوء من قلب الليف المرسل الي قلب الليف المستقبل بأقل فقد ممكن وهذا يتطلب تطابق القلبان مع بعضهما البعض . إن صعوبة ربط الإلياف ناتجة عن صغر قطر القلب هذه الإلياف الذي لا يتجاوز نصف قطر شعرة الإنسان في الإلياف متعددة الأنماط وعشرها في الإلياف وحيدة النمط .

إن عملية ربط الإلياف متعددة الأنماط يمكن أن تتم يدوياً من قبل الفنيين المهرة أما إستخدام أجهزة خاصة بذلك[12].

4.3 أنواع الألياف الضوئية :

الألياف الضؤية يمكن أن تنقسم بصفة عامة حسب النمط الي نوعين اساسين :

* الألياف الضوئية ذات النمط الأحادي :

تنتقل من خلالها إشارة ضؤية واحدة فقط من كل ليفة ضؤية من ألياف الحزمة وهي تستخدم في شبكات التلفون والكوابل والتلفزيون وهذا النوع يتميز بصغر نصف قطر القلب الزجاجي

* الألياف الضوئية ذات النمط المتعدد :

وبها يتم نقل العديد من الألياف الضوئية من خلال الليفة الضؤية الواحدة مما يجعل إستخدامها أفضل لشبكات الحاسوب . وهذا النوع من الألياف يكون نصف قطرها اكبر وتنتقل من خلاله الأشعة تحت الحمراء .

5.3 تركيب منظومة الليف البصري للأتصالات :

يتكون نظام الألياف البصرية من ثلاثة أجزاء رئيسة هي :

*المرسل Transmitter:

وهو الذي ينتج ويشفر الإشارة الضؤية حيث يكون الأساسي به هو المصدر الضوئي الذي قد يكون ليزر او الراديو الضوئي . فإذا اردنا مثلا نقل اشارة تلفزيونية او اي معلومة فإنها من الضروري تحويل الإشارة الضوئية طبقا للمعلومة المراد نقلها وذلك تحويل الاشارة بتغير .

شدتها إرتفاعا وإنخافضا وإشعالها وإطفائها يعرف بـ Modulation digital .

* الألياف البصرية Fiber Optic :

وهو الذي يقوم بتوصيل الإشارة الضوئية عبر المسافات وهو الجزء الذي يتم تحديده .

*المستقبل Receiver:

يستقبل الأشارة الضوئية ويفك شفرتها ليحولها الي إشارة كهربية ترسل الي المستخدم الذي قد يكون التلفون أو التلفزيون [13].

الباب الرابع

العملي

4.1 مقدمة :

تلعب الإلياف البصرية دوراً مهماً في نقل المعلومات عبر شعاع الليزر أو الضوء . لذا يصبح من الضروري دراسة أثر العوامل المختلفة علي الليف البصري ومن هذه العوامل المهمة درجة الحرارة ، حيث يتميز طقس السودان بإرتفاع درجات الحرارة .

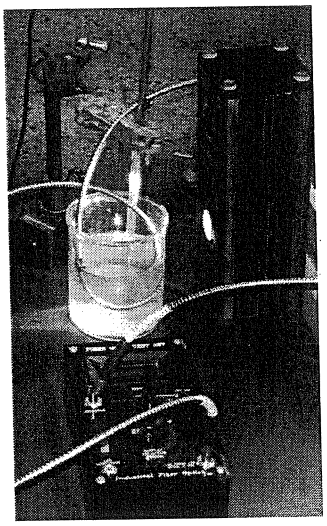
4.2الهدف من التجربة :

دراسة أثر درجة الحرارة علي اللألياف البصرية .

4.3 الأجهزه والأدوات :

ليف بصري ، مصباح ، ضوء ليزر ، ثيرموميتر ، كأس ، حوامل تثبيت ، ثلج ، Detector (جهاز لقراءة شدة الإستضاءة) ،وهنالك صور توضح :

شكل(4.1جهاز لقياس شدة الإستضاءة)



شكل(4.2جهاز لقياس أثر درجة الحرارة علي الليف البصري)

4.3 طريقة العمل :

تم توصيل احد أطراف الليف البصري مع ضوء الليزر أما الطرف ألاخر فتم توصيله مع جهاز لقراءة شدة الإستضاءة ،وتم وضع منتصف الليف كأس به ثلج مع التسخين في نفس الوقت بواسطة ضوء مصباح ، ثم أخذت قراءات لشدة الإستضاءة مع التغير في درجة الحرارة وسجلت النتائج في جدول النتائج .

4.3 الجداول :

يوضح الجدول 4.1علاقة شدة الإستضاءة (I) مع درجة الحرارة (T) لليف البصري، عند درجة حرارة الغرفة (30°C) .

رقم التجربة	درجة الحرارة (T/1C°)	شدة الإستضاءة (I/mw)
1	0	0.20
2	4	0.42
3	8	0.50
4	12	1.30
5	16	1.77
6	20	1.34
7	24	1.25
8	28	1.36
9	30	1.33
10	32	1.30

4.5 التحليل والمناقشة :

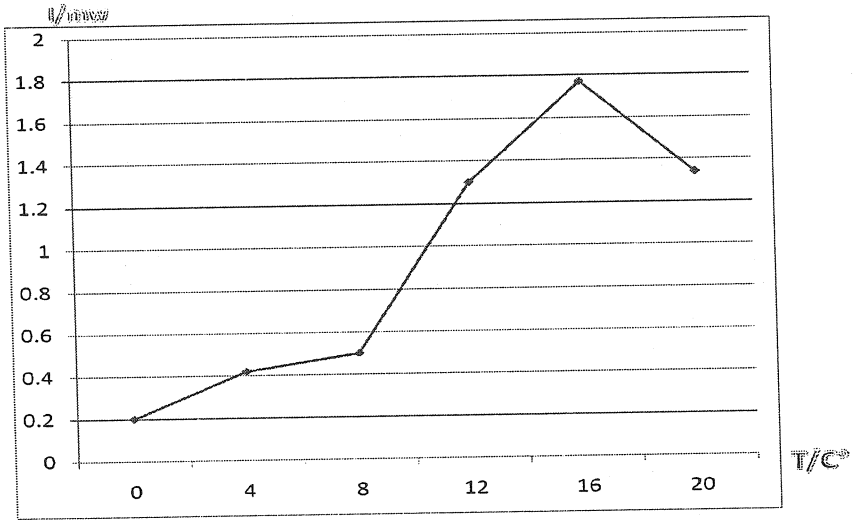
يوضح الشكل (4.3) أن أدني قيمة لشدة الإستضاءة للشعاع الضوئي الخارج من أللِيف هو0.20mw وذلك عند درجة حرارة 0°C . حيث تزيد شدة الإستضاءة بعدها بزيادة درجة الحرارة بوتيرة سريعة حتي تصل قيمة شدة الإستضاءة 1.77mw عند درجة حرارة 16درجة مئوية . لتهبط شدة الإستضاءة بوتيرة سريعة بعد ذلك حتي تصل درجة حرارة أللِيف 24 درجة مئوية حيث تكون شدة الإستضاءة عندها حوالي 1.25mw. ولاتؤدي زيادة درجة الحرارة بعدها لزيادة ملحوظة في شدة الإستضاءة حتي درجة32°Cحيث تظل شدة الإستضاءة في المدي من حوالي 1.30mw-1.20mw أكثر استقراراً .

4.6 الخاتمة :

توضح التجربة العملية أن تغير درجة الحرارة يؤثر علي اداء الليف البصري وكفاءته بصورة كبيرة، مما يستدعي عمل عازل لليف البصري حتي تظل كفاءته ثابتة ولا تتاثر بالعوامل الجوية .

4.7التوصيات :

ضرورة الإهتمام بالألياف البصرية لتساير الإتجاهات العلمية الحديثة ، وكذلك التركيز علي الجانب العلمي والتطبيقي في مناحي الحياة اليومية وتوفير الأدوات المستخدمة في دراسة أثر درجة الحرارة عليها ، كما يجب الإهتمام بتدريب الفنين والمهرة في تصنيع هذة الألياف وتحفيزهم مادياً ومعنوياً .



شكل (4.3 رسم بياني يوضح العلاقة

بين درجة الحرارة (T/C°)

وبين شدة الإستضاءة (I/mw))

المصادر والمراجع:

[1] عماد الريضي ، المبادئ الأساسية في الفيزياء الجامعية ،دار البازوري العلمية للنشر والتوزيع ،عمان الأردن ،ص134-136 ،2006 م .

[2]رندا يحي جعفر ، الألياف البصرية ، دبلوم عالي ، منشورات جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ، السودان ، 2014 م.

[3] محمد عبد الله حسين ، دراسة لتصميم اللياف بصرية من السليكا المطعمة للتطبيقات المختلفة ، ماجستير فيزياء ، منشورات جامعة كركوك ،العراق،2011 م.

[4] محمد الكوسا ،فيزياء الليزر وتطبيقاته ،منشورات جامعة دمشق ،دمشق ، 2005-2006 م.

[5] سهام عفيف قندلا ، فيزياء الإلياف الضوئية أسس وتطبيقاتها ،دار المسيرة للنشر والتوزيع ، عمان الاردن ، ص57-64 ص101-123، 2000م .

[6] عبد الستار أحمد عيسي الجميلي ،تصميم ودراسة اداء مقياس الجريان الليزري، رسالة ماجستير ، منشورات جامعة تكريت ، العراق ،2004م .

[7] غازي ياسين القيسي ، أساسيات البصريات والليزر ،دار المسرة للنشر والتوزيع ، الأردن ،2009 م.

[8] فاروق بن عبد الله الوطيان ، الليزر وتطبيقاته ، دار المريخ للنشر ، 1987م .

[9] فيحاء بابكر محمد عمر ، تطبيقات للألياف البصرية في الطب ، دبلوم عالي ،منشورات جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ، السودان ،2013 م .

[10] حسن رمضان الزهار ، أساسيات الإتصالات الكهربية التماثلية والرقمية ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، مصر ، 2000.1.1 م .

[11] أمنة مهدي ، الألياف البصرية ، رسالة ماجستير ،منشورات جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ، السودان ، 2004م .

[12] نايل بركات ، التداخل الضوئي والألياف ، ص78-79 ، منشورات الجامعات ، مصر ،3-7-1992م .

[13] سهام الطربيشي ، الفيزياء الطبية ،منشورات جامعة دمشق ، دمشق ، 1990-1991 م .