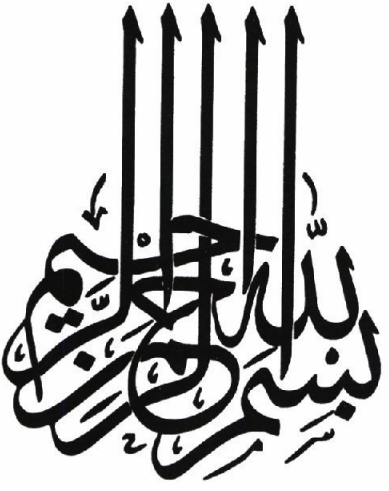
قياس الإحداثيات العسكرية بالليزر.



مقدمة

إعداد المعدات.

صيانة المستقبلة.

الاقتراحات

# مبادئ الليزرات وتطبيقاتها


تأليف

ج . ويلسون ج . ف . ب . هوكس

المعهد التقني في نيوكاسل - قسم الفيزياء

ترجمة

الدكتور محمد بن صالح الصالحي
أستاذ مساعد

الدكتور عبد الله بن صالح الضويان
أستاذ مساعد

قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة الملك سعود



النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

مكتبة جامعة الملك سعود
الرقم العام :- ٩٩٩١٣
مكتبة :-
رقم العهدة :-

ح جامعة الملك سعود، ١٤٢٤هـ (٢٠٠٣م)

هذه ترجمة عربية مصرح بها لكتاب :

Lasers: principles and applications.
By: J. Wilson and J. F. B. Hawkes
Published by: © 1992, Prentice Hall, Europe, Campus 400, Maylands Avenue, Hemel Hempstead, Hertfordshire HP27EZ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ويلسون. ج

مبادئ الليزرات وتطبيقاتها. /ج. ويلسون، ج.ف.ب هوكس ؛ محمد بن صالح الصالحي، عبدالله بن صالح الضويان.-الرياض، ١٤٢٣هـ

٤٩٧ ص، ١٧ × ٢٤سم

ردمك ×-٥٠٣-٣٧-٩٩٦٠

١-أشعة الليزر أ.هوكس، ج.ف.ب (مؤلف مشارك) ب. الصالحي محمد بن صالح (مترجم) ج. الضويان، عبدالله بن صالح (مترجم). د. العنوان

ديوي ٦٢١.٣٦٦ ١٤٢٣/٦٠٧٨

رقم الإيداع: ١٤٢٣/٦٠٧٨

حكّمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي للجامعة، وقد وافق المجلس على نشره بعد اطلاعه على تقارير المحكمين في اجتماعه التاسع عشر للعام الدراسي ١٤٢١/١٤٢٢هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٢/٣/٢١هـ الموافق ٢٠٠١/٦/١٣م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٤هـ/٢٠٠٣م

# مقدمة المترجمين

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد :

فإن مجال الليزر أصبح اليوم من المجالات المهمة في جميع جوانب الحياة المختلفة، حيث أدى ظهور الليزر إلى إحداث طفرة علمية وتقنية. وقد أطلعنا خلال تدريسنا لمقرر فيزياء الليزر وتطبيقاته، على كتب عديدة تعرض هذا الموضوع من جوانب مختلفة، إلا أننا وجدنا كتاب "مبادئ الليزرات وتطبيقاتها" لمؤلفيه "ج. ويلسون و ج. ف. ب. هوكس" مناسباً؛ حيث أنه يختلف عن نظائره بشمول وبساطة العرض، دون التعمق بالتفصيلات الرياضية المعقدة، ويعطي القارئ غير المتخصص فكرة مبسطة عن الليزر وخصائصه وأهم تطبيقاته واستعمالاته.

وقد برزت فكرة ترجمة هذا الكتاب حتى يغطي مفردات مقرر "فيزياء الليزر وتطبيقاته" الذي يدرس لطلاب الفيزياء في كلية العلوم بجامعة الملك سعود، أو المقررات المشابهة في الجامعات الأخرى.

ولقد اعتمدنا في هذه الترجمة على "المعجم الموحد للمصطلحات العلمية" والصادر عن المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم عام ١٩٧٧م، وذلك مع أكثر المصطلحات، واجتهدنا في وضع مصطلحات جديدة لما لم نجدها في المعجم.

ولابد من الإشارة إلى حاجة المكتبة العربية الماسة إلى كتب علمية متخصصة، وفي مجالات مستجدة كالليزر، وإلى مراجع علمية تساعد الطلاب في تحصيلهم العلمي. لذا نأمل أن تكون هذه الترجمة إضافة جديدة إلى المكتبة العربية بغية توفير المزيد من المراجع العلمية لطلابنا الناطقين بالضاد. نسأل الله التوفيق لما فيه خير أمتنا.

وصلى الله وسلم على نبينا محمد وآله وصحبه.

**المترجمان**

# مقدمة المؤلفين

لقد مضى الآن أكثر من خمسة وعشرين عاماً على اختراع الليزر باستخدام بلُورة الياقوت كوسط ليزري. ومنذ ذلك الوقت لم يقتصر الليزر على مجرد ذكره في حديثنا اليومي بل أخذ في التطور من حالة الفضول العلمي المحدود الاستعمال إلى أن أصبح أحد أهم الاختراعات في زماننا.

ويعد الليزر الآن أداة مهمة في مجالات مختلفة كالصناعة والطب، ويمثل الأداة الأساسية في أنظمة الاتصالات والهولوجرافي ؛ وكذلك فهو القاعدة الصلبة لعديد من القياسات العلمية والبرامج البحثية.

يستخدم الليزر هنا كمصطلح عام لأنواع مختلفة من الليزرات ذات الخصائص المختلفة. وعلى أية حال، فجميع الليزرات تبعث إشعاعاً له مميزات خاصة ؛ مما يساعد في استخدامها على نطاق واسع من التطبيقات بخلاف مصادر الضوء العادية.

على ضوء التطبيقات الواسعة لليزر، تتضح حاجة المستعملين له من غير الفيزيائيين لاكتساب معلومات جديدة عن الليزرات ، حتى يتسنى لهم فهم التطبيقات المعينة التي تهمهم ، وكذلك إدراك مميزات وحدود استعمال الليزر. هذه المعرفة سوف تمكنهم بالطبع من إجراء اختيار رشيد للّيزرات والمركبات المساعدة الأخرى التى يرغبون شراءها. وتضم قائمة المستعملين كلاً من : المهندسين الميكانيكيين، ومختصي

الإلكترونيات، والمهندسين المدنيين، ومهندسي الاتصالات ، والكيميائيين، وعلماء الحياة، والجراحين، والعسكريين والفنانين.

حاولنا في هذا الكتاب أن نعالج الليزرات بطريقة تناسب حاجة القطاع الواسع من المستعملين، وهو كذلك يعد - على المستوى الأكاديمي - المطابق للمستوى الثاني في برامج الشهادات ، ويمكن أن يستفيد منه الطلاب الذين يأخذون مقرراً تمهيدياً في الليزر. ويتضح لدى القارئ أن هذا الكتاب لا يعطي معالجة ميكانيكية كمية شاملة لنظرية الليزرات، ولكنه مع ذلك يقدم مناقشة تفصيلية أكثر من ذلك الاستعراض المختصر الموجود في عديد من كتب الضوء الحديثة. لهذا نأمل أن يكون هذا الكتاب أساساً قوياً لدراسة أكثر الكتب المتقدمة المثبتة في المراجع.

يغطي الفصل الأول أساسيات فيزياء الليزر ، بينما يوضح الفصل الثاني مبدأ عمل أنواع مختلفة من الليزرات. ولضيق المكان فقد استبعدنا التغطية الشاملة، وبدون شك ، فقد أهملنا الحديث عن نوع أو نوعين من الليزرات التي ستصبح مهمة في المستقبل. ومع ذلك فكما نعتقد ، فإن فهم هذين الفصلين سوف يمكن القارئ من إدراك عمل ليزرات المستقبل.

يناقش الفصل الثالث خصائص أشعة الليزر ، والذي ينبني عليه فهم فائدة هذه الليزرات وتطبيقاتها المتعددة، ونأمل أن يساعد هذا الفصل القارئ في أن يبتكر تطبيقات أخرى جديدة في مجالات متعددة. وكذلك يشرح هذا الفصل بعض الطرق المستخدمة في تعديل خرج الليزر لغرض تعزيز فوائده.

ولما تتميز به أشعة الليزر من خصائص فريدة - من حيث إنه يمكن تركيزها في بقعة صغيرة جداً مما يجعل كثافة الطاقة عالية في تلك البقعة - لذا فالفصل الخامس يغطي بعض التطبيقات التي تعتمد على هذه الخاصية ، وهذه التطبيقات تمتد من قَطْع

ولحام الصفائح المعدنية إلى كونها بديلاً عن مشرط الجراح. وفي هذا الفصل، أعطينا عدداً من المعادلات المفيدة، مع العلم أن المكان لا يسمح بشيء من التفصيل والاشتقاق لهذه المعادلات، وغالباً قد لا يساعد هذا الاشتقاق في فهم التطبيقات المتعلقة، وللقارئ المهتم بهذه الاشتقاقات الرياضية، فقد زودت الفصول بمراجع كاملة.

في الفصل السادس أعطينا وصفاً رياضياً للهولوجرافي وبعضاً من تطبيقاته، ومن الواضح أن هذه التطبيقات أصبحت تزداد بصورة مستمرة، بعدما كانت بطيئة في البداية. وعلى الرغم من عدم إيراد تفصيل أكثر في هذا الفصل؛ إلا أنه من المؤمّل أن يتشجع بعض القراء للغوص في أعماق هذا الموضوع الشيق.

وأخيراً ففي الفصل السابع تحدثنا عن عمل الليزرات في الاتصالات الضوئية. وقد شمل هذا الفصل الحديث عن الطباعة بالليزر، أنظمة الأقراص الضوئية، وأكثر من ذلك الحديث عن الاتصالات بالألياف الضوئية التي زادت بشكل كبير خلال السنوات الماضية.

لقد زودنا هذا الكتاب بعدد من الأمثلة المحلولة التي نأمل أن تساعد في فهم واستعمال المعادلات المعطاة، وكذلك قدمنا بعض القيم النموذجية لعدد من المتغيرات، مما يساعد القارئ على الاستمتاع بهذا الكتاب.

وفي نهاية كل فصل يوجد عدد من الأسئلة التي أعطيت حلولها العددية في الملحق(١) أما الملحق (٢) فيعطي قائمة بالثوابت الفيزيائية.

وفي نهاية كل فصل أعطيت بعض المراجع التي تشمل اقتراحات لقراءات إضافية ومراجع معينة لبعض النقاط المتعددة في الكتاب.

وأخيراً نقدم شكرنا الجزيل إلى جميع زملائنا، وبخاصة الدكتور آي. دي لا تيمير، وذلك لاهتمامهم واقتراحاتهم ومناقشتهم القيمة، ونشكر السيدة بات على طباعتها لأصل الكتاب وكذلك لعائلتينا لما قدموه من تشجيع وصبر خلال إعداد هذا الكتاب.

**المؤلفان**

# المحتويات

الصفحة


**مقدمة المترجمين** ..... ب

**مقدمة المؤلفين** ..... ب

**دلالات الرموز** ..... ي

**الفصل الأول – أساسيات الليزر** ..... ١

(١,١) طبيعة الضوء ..... ١

(١,٢) انبعاث الضوء وامتصاصه ..... ١١

(١,٣) تفاعل الإشعاع والمادة ..... ١٥

(١,٤) علاقات أينشتاين ..... ١٧

(١,٥) معامل الكسب ..... ٢١

(١,٦) بلوغ التوزع المعكوس ..... ٢٥

(١,٧) الرنّانات الضوئية ..... ٢٩

(١,٨) معامل عتبة الكسب ..... ٣٤

(١,٩) دالة خط الطيف ..... ٣٧

(١,١٠) أنماط الليزر ..... ٤٠
(١,١٠,١) الأنماط المحورية ..... ٤٠
(١,١٠,٢) الأنماط المستعرضة ..... ٤٤
مسائل ..... ٤٦
المراجع ..... ٤٨
**الفصل الثاني – تشغيل الليزرات التطبيقية** ..... ٥١
(٢,١) ليزرات العوازل المطعمة ..... ٥٢
(٢, ١,١) مستويات طاقة الأيونات الشائبة في المواد الصلبة ..... ٥٢
(٢,١,٢) طرق الضخ ..... ٥٨
(٢,١,٣) فقد فرينل ..... ٦١
(٢,١,٤) ليزر نيوديميوم ياج ..... ٦٣
(٢,١,٥) ليزرات نيوديميوم الزجاج ..... ٦٧
(٢,١,٦) ليزر الياقوت ..... ٦٩
(٢,١,٧) ليزر ألاكساندريت ..... ٧٠
(٢,١,٨) ليزرات المركز اللوني أو مركز F ..... ٧٣
(٢,٢) ليزرات أشباه الموصلات ..... ٧٦
(٢,٣) الليزرات الغازية ..... ٩٢
(٢,٣,١) الليزرات الذرية ..... ٩٣
(٢, ٣, ١,١) ليزر هيليوم نيون ..... ٩٣
(٢, ٣, ١,٢) ليزر بخار النحاس ..... ٩٨
(٢,٣,٢) الليزرات الأيونية ..... ٩٩

(٢,١ ,٣ ,٢) ليزر أيون الأرجون ..... ٩٩
(٢,٢ ,٣ ,٢) ليزر هيليوم كادميوم ..... ١٠٢
(٣,٣ ,٣ ,٢) الليزرات الجزيئية ..... ١٠٤
(١ ,٣ ,٣ ,٢) ليزر ثاني أكسيد الكربون ..... ١٠٤
ليزرات الأنبوبة المختومة ..... ١٠٧
ليزرات الغاز المنساب ..... ١٠٨
ليزرات الضغط الجوي المثارة عرضيا (TEA) ..... ١٠٩
ليزرات الغاز الديناميكية ..... ١١٠
البصريات ..... ١١١
(٢ , ٣ , ٣ , ٢) ليزر النيتروجين ..... ١١٢
(٣ , ٣ , ٣ , ٢) ليزر الأكسايمر ..... ١١٣
(٤ , ٣ , ٣ , ٢) الليزر الكيميائي ..... ١١٥
(٥ , ٣ , ٣ , ٢) الليزرات تحت الحمراء البعيدة ..... ١١٦
(٢,٤) ليزرات الصبغات السائلة ..... ١١٨
(٢,٥) ليزر الإلكترون الحر ..... ١٢٥
مسائل ..... ١٢٨
المراجع ..... ١٣١
**الفصل الثالث – خصائص أشعة الليزر** ..... ١٣٣
(٣,١) عرض الخط الطيفي لليزر ..... ١٣٤
(٣,٢) استقرار تردد الليزر ..... ١٣٩
(٣,٣) انفراج الشعاع ..... ١٤٢

(٣,٤) ترابط الشعاع ..... ١٥٠
(٣,٥) اللمعان ..... ١٥٦
(٣,٦) خصائص تجميع أشعة الليزر ..... ١٥٧
(٣,٧) تبديل معامل ـ Q ..... ١٥٨
(٣,٧,١) طرق تبديل معامل ـ Q ..... ١٦١
(١ , ١ , ٧ , ٣) طريقة المرآة الدوارة ..... ١٦١
(٢ , ١ , ٧ , ٣) تبديل ـ Q الكهروضوئي ..... ١٦٢
(٣ , ١ , ٧ , ٣) تبديل ـ Q الصوت ـ ضوئي ..... ١٦٣
(٤ , ١ , ٧ , ٣) تبديل ـ Q السلبي ..... ١٦٥
(٣,٨) قفل النمط ..... ١٦٦
(٣,٨,١) طرق قفل النمط ..... ١٧١
(٣,٩) مضاعفة التردد ..... ١٧٣
(٣,١٠) مزاوجة الطور ..... ١٧٧
مسائل ..... ١٨٢
المراجع ..... ١٨٤
**الفصل الرابع – التطبيقات القياسية والعلمية** ..... ١٨٧
(٤,١) الاستقامة الضوئية ..... ١٨٨
(٤,٢) قياس المسافة ..... ١٩١
(٤,٢,١) التداخل ..... ١٩١
(١ , ١ , ٢ , ٤) العدّ العكوس ..... ١٩٥
(٢ , ١ , ٢ , ٤) تصحيح معامل الانكسار ..... ١٩٨

(٤ , ٢ , ٢) توبوغرافيا السطح واختبار العناصر البصرية . ..... ٢٠٠
(٤ , ٢ , ٣) القياس عن بعد بتضمين الشعاع . ..... ٢٠٧
(٤ , ٢ , ٤) تقنية صدى النبضة ..... ٢١٠
(٤,٣) مقياس دوبلر للسرعة باستخدام الليزر ..... ٢١٢
(٤,٤) قياس سرعة الأسطح بواسطة الأشكال البقعية ..... ٢٢١
(٤,٥) الدوران الزاوي ..... ٢٢٣
(٤,٦) دراسة الأطياف بالليزر..... ٢٣٠
(٤,٦,١) أطياف الأشعة الجزيئية ..... ٢٣٢
(٤,٦,٢) أطياف التشبع ..... ٢٣٢
(٤,٦,٣) أطياف الفوتونين . ..... ٢٣٣
(٤,٧) تخصيب اليورانيوم بواسطة الليزر . ..... ٢٣٦
مسائل ..... ٢٣٧
المراجع ..... ٢٤٠
**الفصل الخامس – التطبيقات الصناعية والطبية والعسكرية**..... ٢٤٣
(٥,١) التحليل النظري . ..... ٢٤٥
(٥ , ١ , ١) تغيرات درجة الحرارة بافتراض عدم حدوث انصهار أو تبخر ..... ٢٤٧
(٥ , ١ , ٢) عمق الانصهار ..... ٢٥٤
(٥ , ١ , ٣) عمق التبخير . ..... ٢٥٧
(٥,٢) نقل الأشعة وتركيزها ..... ٢٥٩
(٥,٣) تطبيقات في معالجة المواد ..... ٢٦٢
(٥,٣,١) تصليد الأسطح . ..... ٢٦٢

(٥,٣,٢) معالجة أشباه الموصلات ..... ٢٦٧
(٥,٤) اللحام بالليزر ..... ٢٧٠
(٥,٤,١) اللحام المجهري ..... ٢٧٤
(٥,٤,٢) لحام الاختراق العميق ..... ٢٧٦
(٥,٥) الميكنة بمساهمة الليزر ..... ٢٧٨
(٥,٦) القطع بالليزر ..... ٢٧٩
(٥,٧) الميكنة المجهرية ..... ٢٨٣
(٥,٨) الحفر ، الخدش ، الوسم ..... ٢٨٤
(٥,٩) الليزر في الطب ..... ٢٨٨
(٥,١٠) استعمالات الليزرات ذات القدرات العالية ..... ٢٩٢
(٥,١٠,١) الاندماج النووي المحثوث بالليزر ..... ٢٩٢
(٥,١٠,٢) الأسلحة الليزرية ..... ٢٩٥
مسائل ..... ٢٩٦
المراجع ..... ٢٩٨
**الفصل السادس – التصوير المجسم (الهولوغرافي)** ..... ٣٠١
(٦,١) مقدمة ..... ٣٠١
(٦,٢) تصنيف الهولوغرامات ..... ٣٠٦
(٦,٣) الوصف الرياضي للهولوغرافي ..... ٣١٣
(٦,٤) كفاءة الهولوغرام ..... ٣٢٣
(٦,٥) تطبيقات الهولوغرافي ..... ٣٢٤
(٦,٥,١) قياس التداخل الهولوغرافي ..... ٣٢٥

(١ , ١ , ٥ , ٦) مقياس التداخل الهولوغرافي ذو التعريض المزدوج ..... ٣٢٥
(٢ , ١ , ٥ , ٦) الهولوغرام المشطور ..... ٣٢٧
(٣ , ١ , ٥ , ٦) هولوغرافي الزمن الحقيقي ..... ٣٢٩
(٤ , ١ , ٥ , ٦) مقياس التداخل الهولوغرافي المتوسط الزمن..... ٣٣٠
(٦.٥.٢) المركبات البصرية الهولوغرافية ..... ٣٣٣
(١ , ٢ , ٥ , ٦) العناصر البصرية الهولوغرافية ..... ٣٣٧
(٦.٥.٣) تخزين المعلومات وعرضها ..... ٣٣٩
(٦.٥.٤) تمييز الصفات ..... ٣٤٣
المراجع ..... ٣٤٥
**الفصل السابع – الإرسال والتخزين الضوئي للمعلومات** ..... ٣٤٧
(٧.١) الاتصال الضوئي ..... ٣٤٧
(١, ١ , ٧) أشكال التضمين الضوئي ..... ٣٥٠
(٧.١.٢) الألياف الضوئية ..... ٣٥٥
(١ , ٢ , ١ , ٧) التشتت النمطي الداخلي ..... ٣٦٢
(٢ , ٢ , ١ , ٧) الليف ذو المعامل المتدرج ..... ٣٦٥
(٣ , ٢ , ١ , ٧) الألياف ذات التشتت المنخفض ..... ٣٦٧
(٤ , ٢ , ١ , ٧) فقد الألياف ..... ٣٧١
(٥ , ٢ , ١ , ٧) مواد الألياف وتصنيعها ..... ٣٧٢
(٧.١.٣) الكواشف الضوئية ..... ٣٧٨
(٧.١.٤) الباعثات ..... ٣٨٦
(٧.١.٥) اعتبارات تصميم الأنظمة ..... ٣٨٨

(٧.١.٦) التطورات المستقبلية ..... ٣٨٩
(٧.١.٧) البصريات المتكاملة ..... ٣٩٣
(٧.١.٨) ازدواجية الاستقرارية الضوئية ..... ٣٩٦
(٧.١.٩) اتصال الفضاء الحر ..... ٤٠١
(٧.٢) الطباعة بالليزر ..... ٤٠٣
(٧.٣) أنظمة الأقراص الضوئية ..... ٤٠٦
(٧.٣.١) التسجيل ..... ٤١١
(٧.٣.٢) وسط التسجيل ..... ٤١٣
(٣ , ٣ ,٧) قراءة المعلومات من الأقراص الضوئية ..... ٤٢٠
(٧.٣.٤) الأقراص الضوئية القابلة للمسح ..... ٤٢٢
مسائل ..... ٤٢٤
مراجع ..... ٤٢٧
**الملاحق** ..... ٤٣١
ملحق (١) حلول المسائل ..... ٤٣١
ملحق (٢) ثوابت فيزيائية ..... ٤٣٥
ملحق (٣) السلامة في استخدام الليزر ..... ٤٣٦
**ثبت المصطلحات** ..... ٤٤٣
**أولا** : (عربي ـ إنجليزي) ..... ٤٤٣
**ثانيا**: (إنجليزي ـ عربي) ..... ٤٦٨
**كشَّاف المصطلحات** ..... ٤٩١

# دلالات الرموز

لقد حرصنا بقدر الإمكان على استعمال الرموز الشائعة الاستعمال لجميع المتغيرات الفيزيائية المطلوبة، وبدون شك فكثير من الرموز مزدوجة المعنى، ولذا فعلى القارئ ملاحظة الأبعاد وسياق المعنى الموجودة فيه.

**A** المساحة، معدل الانتقال التلقائي ($A_{21}$).

a نصف قطر الليف الضوئي .

B معامل أينشتاين ($B_{12}$ , $B_{21}$) معدل سرعة المعلومة .

C السعة ، سعة الحرارة النوعية .

c سرعة الضوء .

d المسافة .

D القطر ، الكثافة الضوئية .

ع سعة المجال الكهربي .

E الطاقة ، فجوة الطاقة ($E_g$) .

e شحنة الإلكترون .

F رقم F للعدسة .

f تردد التضمين ، البعد البؤري .

G الكسب .

g دالة خط الطيف $g(\nu)$

H انسياب الحرارة لكل وحدة مساحة .

h ثابت بلانك .

$\hbar$ $= h/2\pi$

I الكثافة الإشعاعية .

$i$ ، I التيار ، $\sqrt{(-1)}$

ℑ العدد الدوراني الكمي الجزئي.

J كمية الاندفاع الكلي .

κ معامل الحيود .

K التوصيلية الحرارية ، معامل تظهير الفيلم.

k, **k** متجه الوحدة ، معامل كسب الإشارة الصغير، معامل عتبة الكسب ($k_{th}$) ، ثابت بولتزمان ، متجه الموجة .

L طول التجويف ، كمية الحركة الزاوية ، طول الترابط ($L_c$) ، طول الانتشار الحراري ($L_p$) ، الحرارة الكامنة للانصهار ($L_f$) والتبخر ($L_v$).

$\ell$ رقم النمط .

**M** الكتلة .

m الكتلة ، رقم النمط .

$\mathcal{N}$ كثافة الفوتونات .

N عدد الأنماط ، الكثافة العددية .

NA الفتحة الرقمية (العددية) .

n تركيز الإلكترونات ، تركيز الحاملات الذاتية ($n_i$) ، معامل الانكسار .

P القدرة ، الاستقطاب الكهربي ، الضغط .

p رقم النمط المحوري ، تركيز الثقوب .

Q معامل النوعية .

q رقم النمط المستعرض ، رتبة الطيف .

R المقاومة الكهربية ، العاكسية ، نسبة معدل الانبعاث التلقائي إلى معدل الانبعاث المحثوث.

$R_H$ ثابت ريدبيرج .

r نصف قطر الانحناء ، رقم النمط المستعرض .

S كمية الحركة المغزلية .

s البعد الهدبي .

T النفاذية ، درجة الحرارة .

t الزمن ، زمن الترابط ($t_c$) ، سعة النفاذية .

U سعة المجال الكهربي (المركب) .

V التلامس ، الكمون ($V_O$) ، الجهد ، معامل الليف البصري (V) .

$\upsilon$ السرعة ، سرعة المجموعة ($\upsilon_g$) ، العدد الكمي الجزئي الاهتزازي .

W القدرة .

w معامل عرض شعاع الليزر .

$\alpha$ معامل الامتصاص ، زاوية .

$\beta$ عامل الطور .

$\gamma$ معامل الفقد، دالة الترابط المشترك ( $\gamma_{12}$)، منحنى معامل الانكسار لليف البصري، نسبة طاقة الإلكترون إلى طاقة السكون، معامل كثافة الفيلم الفوتوجرافي.

$\Delta$ معامل الانكسار النسبي لّليف الضوئي .

$\delta$ زاوية الطور .

$\varepsilon_0$ السماحية الكهربية للفراغ الحر .

$\theta$ زاوية ، زاوية بروستر ($\theta_B$) .

$x$ الانتشارية الحرارية .

$\lambda$ طول موجة الضوء .

$\mu_0$ النفاذية المغناطيسية للفراغ .

$\nu$ تردد الموجة الضوئية .

$\rho$ كثافة المادة، كثافة طاقة الإشعاع .

$\tau$ زمن البقاء، الزمن .

$\Phi$ زاوية الطور، دالة الشغل، فتحة العدسة.

$\chi$ القابلية الكهربية.

$\Psi$ معامل الطور.

$\Omega$ السرعة الزاوية.

$\omega$ التردد الزاوي.