أساسيات البصريات

فرانسيس أ. جينكينز

هارفي إ. هوايت

دار ماكجروهيل للنشر

نيويورك . سانت لويس . سان فرنسيسكو . أوكلاند . بوجوتا . دوسلدورف . جوهانسبرج . لندن . مدريد
مكسيكو . مونتريال . نيودلهي . بناما . باريس . ساوباولو . سنغافورة . سيدني . طوكيو . تورنتو . القاهرة .

1-1-535-1
1-1-535-1
وزارة التعليم العالي والجامعات
المكتبة المركزية
جامعة

أساسيات البصريات

فرانسيس أ. جينكينز
أستاذ الفيزياء السابق بجامعة كاليفورنيا – بركلى
هارفى إ. هوايت
أستاذ الفيزياء السابق بجامعة كاليفورنيا – بركلى

ترجمة

أ.د. عبد الفتاح أحمد الشاذلى
كلية التربية – جامعة عين شمس

د. سعيد بسيونى الجزيرى
كلية العلوم – جامعة القاهرة

مراجعة

أ.د. محمد عبد المقصود النادى
أستاذ الفيزياء النووية
كلية العلوم – جامعة القاهرة

الطبعة الرابعة

دار ماكجروهيل للنشر

نيويورك . سانت لويس . سان فرنسيسكو . أوكلاند . بوجوتا . دوسلدورف . جوهانسبرج . لندن . مدريد
مكسيكو . مونتريال . نيودهى . بناما . باريس . ساوباولو . سنغافورة . سيدنى . طوكيو . تورنتو . القاهرة .

المحتويات

مقدمة الطبعة الرابعة ٢٣
مقدمة الطبعة الثالثة ٢٥
الجزء الأول : البصريات الهندسية
الفصل الأول : خواص الضوء ٢٩
١ – ١ انتشار الضوء فى خطوط مستقيمة ٣٠
١ – ٢ سرعة الضوء ٣١
١ – ٣ سرعة الضوء فى مادة ساكنة ٣٥
١ – ٤ معامل الانكسار ٣٧
١ – ٥ المسير البصرى ٣٨
١ – ٦ قوانين الانعكاس والانكسار ٣٩
١ – ٧ التمثيل البيانى للانكسار ٤٢
١ – ٨ مبدأ الانعكاسية ٤٣
١ – ٩ قاعدة فيرمات ٤٣
١ – ١٠ التشتت اللونى ٤٩
الفصل الثانى : الأسطح المستوية والمنشورات ٥٧
٢ – ١ الحزمة المتوازية ٥٧
٢ – ٢ الزاوية الحرجة والانعكاس الكلى ٥٨
٢ – ٣ اللوح ذو الأسطح المستوية المتوازية ٦٢
٢ – ٤ الانكسار بواسطة منشور ٦٣
٢ – ٥ النهاية الصغرى للانحراف (أو الانحراف الأدنى) ٦٥
٢ – ٦ المنشورات الرقيقة ٦٧

٢ – ٧ مجموعات المنشورات الرقيقة ٦٨
٢ – ٨ الطريقة البيانية لرسم الأشعة ٦٩
٢ – ٩ منشورات الرؤية المستقيمة ٦٩
٢ – ١٠ انعكاس الأشعة المتفرقة ٧٢
٢ – ١١ انكسار الأشعة المتفرقة ٧٢
٢ – ١٢ الصور المكونة بالأشعة المحورانية ٧٤
٢ – ١٣ بصريات الألياف ٧٥

الفصل الثالث : الأسطح الكروية ٨١
٣ – ١ النقطتان البؤريتان والبعدان البؤريان ٨٢
٣ – ٢ تكوين الصورة ٨٣
٣ – ٣ الصور التقديرية ٨٥
٣ – ٤ النقط والمستويات المترافقة ٨٥
٣ – ٥ إصطلاح الاشارات ٨٨
٣ – ٦ الانشاءات التخطيطية ٨٩
٣ – ٧ طريقتا الشعاع المائل ٩١
٣ – ٨ التكبير ٩٤
٣ – ٩ الاقتراب المختزل ٩٤
٣ – ١٠ اشتقاق معادلة جاوس ٩٧
٣ – ١١ التخطيط البيانى (النوموجرافية) ٩٨

الفصل الرابع : العدسات الرقيقة ١٠٣
٤ – ١ النقط البؤرية والأبعاد البؤرية ١٠٣
٤ – ٢ تكوين الصورة ١٠٥
٤ – ٣ النقط والمستويات المترافقة ١٠٥
٤ – ٤ طريقة الشعاع الموازى ١٠٦
٤ – ٥ طريقة الشعاع المائل ١٠٦
٤ – ٦ استخدام معادلة العدسات ١٠٨
٤ – ٧ التكبير الجانبى ١٠٨
٤ – ٨ الصور التقديرية ١٠٩

٤ – ٩ معادلة صانعى العدسات ١١١
٤ – ١٠ مجموعات العدسات الرقيقة ١١٢
٤ – ١١ فراغ الجسم وفراغ الصورة ١١٥
٤ – ١٢ قوة العدسة الرقيقة ١١٥
٤ – ١٣ العدسات الرقيقة المتلامسة ١١٦
٤ – ١٤ إشتقاق معادلة العدسات ١١٧
٤ – ١٥ إشتقاق معادلة صانعى العدسات ١١٩

الفصل الخامس : العدسات السميكة ١٢٥

٥ – ١ السطحان الكرويان ١٢٥
٥ – ٢ طريقة الشعاع الموازى ١٢٦
٥ – ٣ النقطتان البؤريتان والنقطتان الرئيسيتان ١٢٨
٥ – ٤ العلاقات المترافقة ١٢٩
٥ – ٥ طريقة الشعاع المائل ١٣٠
٥ – ٦ المعادلات العامة للعدسات السميكة ١٣٧
٥ – ٧ عدسات سميكة خاصة ١٣٧
٥ – ٨ النقطتان العقديتان والمركز البصرى ١٣٧
٥ – ٩ نقط أصلية أخرى ١٤٠
٥ – ١٠ مجموعة العدسات الرقيقة كعدسة سميكة ١٤١
٥ – ١١ مجموعات العدسات السميكة ١٤٤
٥ – ١٢ المنزلق العقدى ١٤٤

الفصل السادس : المرايا الكروية ١٥١

٦ – ١ النقطة البؤرية والبعد البؤرى ١٥١
٦ – ٢ التمثيل التخطيطى ١٥٢
٦ – ٣ معادلات المرايا ١٥٦
٦ – ٤ قوى المرايا ١٥٩
٦ – ٥ المرايا السميكة ١٦٠
٦ – ٦ معادلات المرايا السميكة ١٦٢
٦ – ٧ مرايا سميكة أخرى ١٦٥

٦ – ٨ الزيغ الكروى ١٦٦
٦ – ٩ اللاإستجمية (اللا نقطية) ١٦٨

الفصل السابع : تأثيرات المصدات ١٧٥

٧ – ١ مصد المجال ومصد الفتحة ١٧٥
٧ – ٢ حدقتا الدخول والخروج ١٧٦
٧ – ٣ الشعاع الرئيسى ١٧٦
٧ – ٤ المصد الأمامى ١٧٧
٧ – ٥ المصد بين عدستين ١٧٩
٧ – ٦ العدستان بدون مصد ١٨١
٧ – ٧ تعيين مصد الفتحة ١٨٢
٧ – ٨ مجال النظر ١٨٣
٧ – ٩ مجال المرآة المستوية ١٨٤
٧ – ١٠ مجال المرآة المحدبة ١٨٦
٧ – ١١ مجال العدسة الموجية ١٨٦

الفصل الثامن : رسم الأشعة ١٩٥

٨ – ١ الأشعة المائلة ١٩٥
٨ – ٢ الطريقة التخطيطية لرسم الأشعة ١٩٦
٨ – ٣ معادلات رسم الأشعة ١٩٩
٨ – ٤ أمثلة لحسابات رسم الأشعة ٢٠٢

الفصل التاسع : زيوغ العدسات ٢١٧

٩ – ١ مفكوك جيب الزاوية . نظرية الرتبة الأولى ٢١٧
٩ – ٢ نظرية الرتبة الثالثة للزيوغ ٢١٩
٩ – ٣ الزيغ الكروى لسطح واحد ٢٢٠
٩ – ٤ الزيغ الكروى لعدسة رقيقة ٢٢١
٩ – ٥ نتائج نظرية الرتبة الثالثة ٢٢٧
٩ – ٦ الزيغ الكروى من الرتبة الخامسة ٢٣١
٩ – ٧ الطفاوة ٢٣٣

٩ – ٨ النقطتان الأبلانيتان لسطح كروى ٢٣٧
٩ – ٩ اللاإستجمية (اللانقطية) ٢٤٠
٩ – ١٠ انحناء المجال ٢٤٣
٩ – ١١ التشوه ٢٤٥
٩ – ١٢ نظرية جيب الزاوية وشروط آبى الجيبية ٢٤٨
٩ – ١٣ الزيغ اللونى ٢٥٢
٩ – ١٤ الثنائى المنفصل ٢٦٠
الفصل العاشر : الأجهزة البصرية ٢٦٩
١٠ – ١ العين البشرية ٢٦٩
١٠ – ٢ الكاميرات والشيئيات الفوتوغرافية ٢٧٢
١٠ – ٣ سرعة العدسات ٢٧٣
١٠ – ٤ العدسات الهلالية ٢٧٤
١٠ – ٥ العدسات المتماثلة ٢٧٥
١٠ – ٦ الثلاثيات مصححة اللاإستجمية ٢٧٦
١٠ – ٧ عدسات التصوير المقربة ٢٧٧
١٠ – ٨ المكبرات ٢٧٩
١٠ – ٩ أنواع المكبرات ٢٨٢
١٠ – ١٠ عدسات النظارات ٢٨٢
١٠ – ١١ الميكروسكوبات ٢٨٥
١٠ – ١٢ شيئيات الميكروسكوبات ٢٨٦
١٠ – ١٣ التلسكوبات الفلكية ٢٨٧
١٠ – ١٤ العينيات والعدسات العينية ٢٩٠
١٠ – ١٥ عدسة هايجنز العينية ٢٩١
١٠ – ١٦ عدسة رامسدن العينية ٢٩٢
١٠ – ١٧ عدسة كيلنر العينية أو عدسة رامسدن اللالونية ٢٩٣
١٠ – ١٨ عدسات عينية خاصة ٢٩٣
١٠ – ١٩ المنظار ثنائى العينية المنشورات ٢٩٤
١٠ – ٢٠ نظام كيلنر – شميدت البصرى ٢٩٥

١٠ – ٢١ النظم البصرية متحدة المركز ٢٩٦

الجزء الثانى : البصريات الموجية

الفصل الحادى عشر : الاهتزازات والموجات ٣٠٣

١١ – ١ الحركة التوافقية البسيطة ٣٠١
١١ – ٢ نظرية الحركة التوافقية البسيطة ٣٠٥
١١ – ٣ امتداد زنبرك ملتف ٣٠٧
١١ – ٤ الزنبرك المهتز ٣١٠
١١ – ٥ الموجات المستعرضة ٣١٣
١١ – ٦ الموجات الجيبية ٣١٤
١١ – ٧ زوايا الطور ٣١٦
١١ – ٨ السرعة الطورية وسرعة الموجة ٣١٩
١١ – ٩ السعة والشدة ٣٢١
١١ – ١٠ التردد والطول الموجى ٣٢٥
١١ – ١١ الضميمات الموجية ٣٢٩

الفصل الثانى عشر : تراكب الموجات ٣٣٣

١٢ – ١ جمع حركات توافقية بسيطة تعمل على نفس الخط ٣٣٤
١٢ – ٢ الجمع الاتجاهى للسعات ٣٣٦
١٢ – ٣ تراكب رتلين موجبين متساويى التردد ٣٣٨
١٢ – ٤ تراكب عدد كبير من موجات ذات أطوار عشوائية ٣٤١
١٢ – ٥ الموجات المركبة ٣٤٣
١٢ – ٦ تحليل فوريية ٣٤٦
١٢ – ٧ سرعة المجموعة ٣٤٩
١٢ – ٨ العلاقة البيانية بين سرعة الموجة وسرعة المجموعة ٣٥٢
١٢ – ٩ جمع الحركات التوافقية البسيطة المتعامدة ٣٥٣

الفصل الثالث عشر : تداخل حزمتين ضوئيتين ٣٦١

١٣ – ١ مبدأ هايجنز ٣٦١
١٣ – ٢ تجربة يونج ٢٦٣

١٣ – ٣ هدب التداخل الناتجة عن مصدر مزدوج ٣٦٦
١٣ – ٤ توزيع الشدة فى النظام الهدبى ٣٦٩
١٣ – ٥ النشور الثنائى لفرنيل ٣٧٠
١٣ – ٦ أجهزة أخرى تعتمد على انقسام الجبهة الموجية ٣٧٢
١٣ – ٧ المصادر المتماسكة ٣٧٥
١٣ – ٨ إنقسام السعة : مقياس التداخل لمايكلسون ٣٧٧
١٣ – ٩ الهدب الدائرية ٣٧٩
١٣ – ١٠ الهدب المحددة الموضع ٣٨٢
١٣ – ١١ هدب الضوء الأبيض ٣٨٣
١٣ – ١٢ رؤية الهدب ٣٨٥
١٣ – ١٣ قياس الطول بواسطة التداخل الضوئى ٣٨٧
١٣ – ١٤ مقياس التداخل لتويمان وجرين ٣٩١
١٣ – ١٥ قياس معامل الإنكسار بطرق التداخل ٣٩١

الفصل الرابع عشر : التداخل الناتج عن الإنعكاسات المتعددة ٣٩٧

١٤ – ١ الإنعكاس الناتج من غشاء مستوى متوازى السطحين ٤٠٠
١٤ – ٢ الهدب متساوية الميل ٤٠٤
١٤ – ٣ تداخل الضوء النافذ ٤٠٥
١٤ – ٤ الهدب متساوية السمك ٤٠٦
١٤ – ٥ حلقات نيوتن ٤٠٨
١٤ – ٦ الأغشية غير العاكسة ٤١٠
١٤ – ٧ حدة الهدب ٤١٢
١٤ – ٨ طريقة السعات المركبة ٤١٤
١٤ – ٩ اشتقاق دالة الشدة ٤١٦
١٤ – ١٠ مقياس التداخل لفابرى – بيروت ٤١٨
١٤ – ١١ هدب بروستر ٤١٩
١٤ – ١٢ قدرة التحليل اللونى ٤٢٠
١٤ – ١٣ مقارنة الأطوال الموجية بإستخدام مقياس التداخل ٤٢٣
١٤ – ١٤ دراسة التراكيب فوق الدقيق وشكل الخط ٤٢٦

١٤ – ١٥ اسبكتروسكوبات تداخل أخرى ٤٢٩
١٤ – ١٦ الأطياف القنوية – المرشح التداخلى ٤٣٠

الفصل الخامس عشر : حيود فراونهوفر بواسطة فتحة أحادية ٤٣٧

١٥ – ١ حيود فرينل وحيود فراونهوفر ٤٣٧
١٥ – ٢ الحيود بواسطة شق أحادى ٤٣٨
١٥ – ٣ دراسة اضافية لنمط حيود الشق الأحادى ٤٤٢
١٥ – ٤ المعالجة التخطيطية لسعات . منحنى الإهتزاز ٤٤٦
١٥ – ٥ الفتحة المستطيلة ٤٤٨
١٥ – ٦ قدرة التحليل بفتحة مستطيلة ٤٥١
١٥ – ٧ قدرة التحليل اللونى لمنشور ٤٥٣
١٥ – ٨ الفتحة الدائرية ٤٥٥
١٥ – ٩ قدرة تحليل التلسكوب ٤٥٦
١٥ – ١٠ قدرة تحليل الميكروسكوب ٤٥٩
١٥ – ١١ أنماط حيود الصوت والموجات (الميكروئية) ٤٦١

الفصل السادس عشر : الشق المزدوج ٤٦٧

١٦ – ١ السمات الكيفية للنمط ٤٦٧
١٦ – ٢ إشتقاق معادلة الشدة ٤٦٨
١٦ – ٣ مقارنة بين نمطى الشق الأحادى والشق المزدوج ٤٧٠
١٦ – ٤ التمييز بين التداخل والحيود ٤٧١
١٦ – ٥ مواضع النهايات العظمى والصغرى . الرتب المفقودة ٤٧٢
١٦ – ٦ منحنى الإهتزاز ٤٧٧
١٦ – ٧ تأثير الاتساع المحدود لشق المصدر ٤٧٨
١٦ – ٨ مقياس التداخل النجمى لمايكلسون ٤٨٠
١٦ – ٩ مقياس التداخل الارتباطى ٤٨٣
١٦ – ١٠ التداخل عريض الزاوية ٤٨٥

الفصل السابع عشر : محزوز الحيود ٤٨٩

١٧ – ١ تأثير زيادة عدد الفتحات ٤٨٩

١٧ – ٢ توزيع شدة الإضاءة من محزوز مثالى ٤٩١
١٧ – ٣ النهايات العظمى الرئيسية ٤٩٢
١٧ – ٤ النهايات الصغرى والنهايات العظمى الثانوية ٤٩٣
١٧ – ٥ تكوين الأطياف بالمحزوز ٤٩٥
١٧ – ٦ التفريق ٤٩٧
١٧ – ٧ تراكب الرتب ٤٩٩
١٧ – ٨ إتساع النهايات العظمى الرئيسية ٥٠٠
١٧ – ٩ قوة التحليل ٥٠١
١٧ – ١٠ منحنى الاهتزاز ٥٠٣
١٧ – ١١ إنتاج محازيز الحيود ٥٠٦
١٧ – ١٢ خيـــالات ٤٠٩
١٧ – ١٣ التحكم فى توزيع الشدة بين الرتب ٥١٠
١٧ – ١٤ قياس الطول الموجى بمحزوز الحيود ٥١٢
١٧ – ١٥ المحزوز المقعر ٥١٣
١٧ – ١٦ مراسم طيف (اسبكتروجرافات) ٥١٤

الفصل الثامن عشر : حيود فرنل ٥١٩

١٨ – ١ الظـــــلال ٥١٩
١٨ – ٢ مناطق فرنل نصف الدورية ٥٢١
١٨ – ٣ الحيود عند فتحة دائرية ٥٢٥
١٨ – ٤ الحيود عند عائق دائرى ٥٢٧
١٨ – ٥ اللوح ذو المناطق ٥٢٨
١٨ – ٦ منحنى الاهتزاز فى حالة التقسيم الدائرى لصدر الموجة ٥٣٠
١٨ – ٧ فتحات وعوائق ذات حواف مستقيمة ٥٣٢
١٨ – ٨ التقسيم الشريطى لصدر الموجة ٥٣٣
١٨ – ٩ منحنى الاهتزازة للتقسيم الشريطى ٥٣٣
١٨ – ١٠ تكاملات فرنل ٥٣٥
١٨ – ١١ الحافة المستقيمة ٥٣٨
١٨ – ١٢ انتشار الضوء فى خطوط مستقيمة ٥٤١
١٨ – ١٣ الشق الطولى ٥٤٢

١٨ – ١٤ استخدام تكاملات فرنل فى حل مسائل الحيود ٥٤٦
١٨ – ١٥ الحيود عن شريط معتم ٥٤٧

الفصل التاسع عشر : سرعة الضوء ٥٥١

١٩ – ١ طريقة رومـــر ٥٥١
١٩ – ٢ طريقة برادلى : الزيغ الضوئى ٥٥٣
١٩ – ٣ تجارب ميكلسون ٥٥٥
١٩ – ٤ القياسات فى الفراغ ٥٥٧
١٩ – ٥ طريقة خلية – كير ٥٥٧
١٩ – ٦ مقدار سرعة أمواج الراديو ٥٦٠
١٩ – ٧ نسبة الوحدات الكهربائية ٥٦١
١٩ – ٨ مقدار سرعة الضوء فى مادة مستقرة ٥٦١
١٩ – ٩ مقدار سرعة الضوء فى المادة المتحركة ٥٦٣
١٩ – ١٠ معامل السحب لفرنل ٥٦٤
١٩ – ١١ تجربة تيرى ٥٦٥
١٩ – ١٢ تأثير حركة المشاهد ٥٦٥
١٩ – ١٣ تجربة ميكلسون – مورلى ٥٦٧
١٩ – ١٤ مبدأ النسبية ٥٦٩
١٩ – ١٥ تأثير النسبية الثلاثة ذات الرتبة الأولى ٥٧٢

الفصل العشرون : الخصائص الكهرومغنطيسية للضوء ٥٧٧

٢٠ – ١ الطبيعة المستعرضة لاهتزازات الضوء ٥٧٧
٢٠ – ٢ معادلات ماكسويل فى الفراغ ٥٧٨
٢٠ – ٣ تيار الازاحة ٥٨٠
٢٠ – ٤ معادلات الموجة الكهرومغنطيسية المستوية ٥٨٢
٢٠ – ٥ التمثيل التصويرى لموجة كهرومغنطيسية ٥٨٤
٢٠ – ٦ متجه الضوء فى موجة كهرومغنطيسية ٥٨٥
٢٠ – ٧ طاقة وشدة موجة كهرومغنطيسية ٥٨٦
٢٠ – ٨ الاشعاع من شحنة معجلة ٥٨٧
٢٠ – ٩ الاشعاع من شحنة فى حركة دورية ٥٨٩

٢٠ – ١٠ برهان هرتز على وجود الأمواج الكهرومغنطيسية ٥٩٠
٢٠ – ١١ مقدار سرعة الأمواج الكهرومغنطيسية فى الفضاء ٥٩١
٢٠ – ١٢ إشعاع شيرينكوف ٥٩٣

الفصل الحادى والعشرون : مصادر الضوء وأطيافها ٥٩٧
٢١ – ١ تقسيم المصادر ٥٩٧
٢١ – ٢ الجوامد عند درجة الحرارة المرتفعة ٥٩٨
٢١ – ٣ الأقواس المعدنية ٥٩٩
٢١ – ٤ شعلة (لهب)بنزن ٦٠٢
٢١ – ٥ الشرارة ٦٠٣
٢١ – ٦ أنبوبة التفريغ ٦٠٣
٢١ – ٧ تقسيم الأطياف ٦٠٥
٢١ – ٨ الانبعاثية والامتصاصية ٦٠٦
٢١ – ٩ الأطياف المستمرة ٦٠٨
٢١ – ١٠ الأطياف الخطية ٦١٢
٢١ – ١١ متسلسلات الخطوط الطيفية ٦١٥
٢١ – ١٢ الأطياف الشريطية ٦١٦

الفصل الثانى والعشرون : الامتصاص والاستطارة ٦٢١
٢٢ – ١ الامتصاص العام والانتقائى ٦٢١
٢٢ – ٢ الفرق بين الامتصاص والاستطارة ٦٢٣
٢٢ – ٣ الامتصاص بواسطة الجوامد والسوائل ٦٢٣
٢٢ – ٤ الامتصاص بواسطة الغازات ٦٢٦
٢٢ – ٥ الرنين والفلورية للغازات ٦٢٦
٢٢ – ٦ فلورة الجوامد والسوائل ٦٢٩
٢٢ – ٧ الانعكاس الانتقائى . الأشعة المتبقية ٦٣٠
٢٢ – ٨ نظرية الارتباط بين الامتصاص والانعكاس ٦٣١
٢٢ – ٩ استطارة الضوء من الجسيمات الصغيرة ٦٣٢
٢٢ – ١٠ الاستطارة الجزيئية ٦٣٥
٢٢ – ١١ تأثير رامان ٦٣٧

٢٢ – ١٢ نظرية الاستطارة ٦٣٨
٢٢ – ١٣ الاستطارة ومعامل الانكسار ٦٣٩

الفصل الثالث والعشرون : التشتت ٦٤٣
٢٣ – ١ تشتت المنشور للضوء ٦٤٣
٢٣ – ٢ التشتت العادى ٦٤٤
٢٣ – ٣ معادلة كوشى ٦٤٨
٢٣ – ٤ التشتت الشاذ ٦٤٩
٢٣ – ٥ معادلة سلمير ٦٥٢
٢٣ – ٦ تأثير الامتصاص على التشتت ٦٥٦
٢٣ – ٧ سرعة الموجة وسرعة الجمع فى الوسط ٦٥٨
٢٣ – ٨ منحنى التشتت الكامل لمادة ما ٦٥٩
٢٣ – ٩ المعادلات الكهرومغنطيسية للأوساط الشفافة ٦٦٢
٢٣ – ١٠ نظرية التشتت ٦٦٤
٢٣ – ١١ طبيعة الجسيمات المهتزة وقوى الاحتكاك ٦٦٨

الفصل الرابع والعشرون : استقطاب الضوء ٦٧١
٢٤ – ١ الاستقطاب بالانعكاس ٦٧٢
٢٤ – ٢ تمثيل اهتزازات الضوء ٦٧٣
٢٤ – ٣ زاوية الاستقطاب وقانون بروستر ٦٧٥
٢٤ – ٤ الاستقطاب بواسطة مجموعة من الشرائح ٦٧٦
٢٤ – ٥ قانون مالو ٦٧٩
٢٤ – ٦ الاستقطاب بالبللورات ثنائية اللون ٦٨٠
٢٤ – ٧ الانكسار المزدوج ٦٨٢
٢٤ – ٨ المحور الضوئى ٦٨٤
٢٤ – ٩ المقاطع الرئيسية والمستويات الرئيسية ٦٨٥
٢٤ – ١٠ الاستقطاب بالانكسار المزدوج ٦٨٦
٢٤ – ١١ منشور نيكول ٦٨٨
٢٤ – ١٢ المستقطبات المتوازية والمتعارضة ٦٩٠

٢٤ – ١٣ الانكسار بواسطة مناشير كالسيت ٦٩٠
٢٤ – ١٤ مناشير روشون وولاستون ٦٩٢
٢٤ – ١٥ استطارة الضوء وزرقة السماء ٦٩٣
٢٤ – ١٦ حمرة الغروب ٦٩٥
٢٤ – ١٧ الاستقطاب بالاستطارة ٦٩٨
٢٤ – ١٨ الخواص الضوئية للأحجار الكريمة ٦٩٩

الفصل الخامس والعشرون : الإنعكاس ٧٠٥

٢٥ – ١ الانعكاس من العازلات ٧٠٥
٢٥ – ٢ شدة الضوء النافذ ٧٠٨
٢٥ – ٣ الانعكاس الداخلى ٧٠٩
٢٥ – ٤ تغيرات الطور بالانعكاس ٧١٠
٢٥ – ٥ انعكاس الضوء المستقطب استقطابا استوائيا من العازلات ٧١٣
٢٥ – ٦ الضوء المستقطب استقطابا اهليلجيا بواسطة الانعكاس الداخلى ٧١٤
٢٥ – ٧ النفاذ إلى وسط أقل كثافة ضوئية ٧١٧
٢٥ – ٨ الانعكاس عند سطوح المعادن ٧١٩
٢٥ – ٩ الثوابت الضوئية للمعادن ٧٢٢
٢٥ – ١٠ وصف الضوء المنعكس من المعادن ٧٢٤
٢٥ – ١١ قياس زاوية السقوط الرئيسية وزاوية السمت الرئيسية ٧٢٧
٢٥ – ١٢ تجارب فينر ٧٢٨

الفصل السادس والعشرون : الانكسار المزدوج ٧٣٣

٢٦ – ١ أسطح الأمواج فى البللورات أحادية المحور ٧٣٣
٢٦ – ٢ انتشار الأمواج المستوية فى بللورات أحادية المحور ٧٣٥
٢٦ – ٣ الأمواج المستوية عند السقوط المائل ٧٣٩
٢٦ – ٤ اتجاه الاهتزازات ٧٤٠
٢٦ – ٥ معادلات انكسار البللورات أحادية المحور ٧٤١
٢٦ – ٦ أسطح الأمواج فى البللورات ثنائية المحور ٧٤٤
٢٦ – ٧ الانكسار المخروطى الداخلى ٧٤٨

٢٦ – ٨ الانكسار المخروطى الخارجى ٧٤٩
٢٦ – ٩ نظرية الانكسار المزدوج ٧٥١

الفصل السابع والعشرون : تداخل الضوء المستقطب ٧٥٩

٢٧ – ١ الضوء المستقطب استقطابا إهليلجيا ودائرياً ٧٥٩
٢٧ – ٢ الواح ربع – ونصف موجية ٧٦٢
٢٧ – ٣ ألواح بللورية بين مستقطبات متصالبة (متعامدة) ٧٦٣
٢٧ – ٤ معادل بابينيت ٧٦٦
٢٧ – ٥ تحليل الضوء المستقطب ٧٦٨
٢٧ – ٦ التداخل بواسطة الضوء الأبيض ٧٦٩
٢٧ – ٧ مرشح ضوء مستقطب أحادى اللون ٧٧٣
٢٧ – ٨ تطبيقات التداخل فى الضوء المتوازى ٧٧٤
٢٧ – ٩ التداخل فى الضوء الشديد التجمع ٧٧٥

الفصل الثامن والعشرون : الفعالية الضوئية والبصريات الموجية الحديثة ٧٨١

٢٨ – ١ دوران مستوى الاستقطاب ٧٨١
٢٨ – ٢ التفريق الدورانى ٧٨٢
٢٨ – ٣ تفسير فرنل للدوران ٧٨٥
٢٨ – ٤ الانكسار المزدوج فى بللورات فعالة ضوئيا ٧٨٧
٢٨ – ٥ شكل أسطح الأمواج فى الكوارتز ٧٩٠
٢٨ – ٦ منشور فرنل المتعدد ٧٩١
٢٨ – ٧ منشور كورنو ٧٩٣
٢٨ – ٨ أشكال الاهتزازة وشداتها فى بللورات فعالة ضوئية ٧٩٤
٢٨ – ٩ نظرية الفعالية الضوئية ٧٩٧
٢٨ – ١٠ الدوران فى السوائل ٧٩٨
٢٨ – ١١ البصريات الموجية الحديثة ٨٠١
٢٨ – ١٢ الترشيح المكافىء ٨٠٣
٢٨ – ١٣ الميكروسكوب المتباين الطور ٨٠٨
٢٨ – ١٤ بصريات شليرن ٨١١

الجزء الثالث : البصريات الكمية

الفصل التاسع والعشرون : كمات الضوء ونشأتها ٨٢١

٢٩ – ١ ذرة بوهر ٨٢٢

٢٩ – ٢ مناسيب الطاقة ٨٢٧

٢٩ – ٣ نظام بوهر – ستونر لبناء الذرات ٨٢٨

٢٩ – ٤ المدارات الاهليلجية ، أو المداريات المتغلغة ٨٣١

٢٩ – ٥ الميكانيكا الموجية ٨٣٤

٢٩ – ٦ طيف الصوديوم ٨٣٨

٢٩ – ٧ الاشعاع الرنينى ٨٣٩

٢٩ – ٨ المناسيب شبه المستقرة ٨٤٢

٢٩ – ٩ الضخ الضوئى ٨٤٤

الفصل الثلاثون: الليـــزر ٨٤٧

٣٠ – ١ الانبعاث المحفز ٨٤٨

٣٠ – ٢ تصحيح الليزر ٨٤٩

٣٠ – ٣ ليزر العقيق ٨٥١

٣٠ – ٤ ليزر غازى الهليوم – النيون ٨٥٤

٣٠ – ٥ المرايا المقعرة ونوافذ بروستر ٨٥٩

٣٠ – ٦ ليزر ثانى أكسيد الكربون ٨٦١

٣٠ – ٧ التجاويف الرنانة ٨٦٤

٣٠ – ٨ طول الترابـط ٨٦٩

٣٠ – ٩ مضاعفة التردد ٨٧٢

٣٠ – ١٠ أنواع أخرى من الليزر ٨٧٣

٣٠ – ١١ الأمان فى الليزر ٨٧٤

٣٠ – ١٢ التأثير النقطى ٨٧٤

٣٠ – ١٣ تطبيقات الليزر ٨٧٥

الفصل الحادى والثلاثون : التصوير المجسم (الهولوجرافيا) ٨٨١

٣١ – ١ المبادىء الأساسية للتصوير المجسم (الهولوجرافيا) ٨٨١

٣١ – ٢ رؤية الهولوجرام ٨٨٨
٣١ – ٣ الهولوجرام السميك أو الحجمى ٨٨٩
٣١ – ٤ الهولوجرامات المتعددة ٨٩٤
٣١ – ٥ هولوجرامات انعكاس الضوء الأبيض ٨٩٥
٣١ – ٦ هولوجرامات أخرى ٨٩٦
٣١ – ٧ معمل هولوجرافيا للطلاب ٩٠٠

الفصل الثانى والثلاثون : البصريات المغنطيسية والبصريات الكهربية ٩٠٥
٣٢ – ١ تأثير زيمان ٩٠٦
٣٢ – ٢ تأثير زيمان العكسى ٩١٣
٣٢ – ٣ تأثير فراداى ٩١٥
٣٢ – ٤ تأثير فواجت ، أو الانكسار المزدوج المغنطيسى ٩١٨
٣٢ – ٥ تأثير كوتون – ماوتون ٩٢١
٣٢ – ٦ تأثير كيرالمغنيطو بصرى ٩٢٢
٣٢ – ٧ تأثير شتارك ٩٢٢
٣٢ – ٨ تأثير شتارك العكسى ٩٢٤
٣٢ – ٩ الانكسار المزدوج الكهربى ٩٢٥
٣٢ – ١٠ تأثير كير الكهروضوئى ٩٢٥
٣٢ – ١١ تأثير بوكيلز الكهروبصرى ٩٢٧

الفصل الثالث والثلاثون : الطبيعة المزدوجة للضوء ٩٣١
٣٣ – ١ مواطن القصور فى النظرية الموجية ٩٣١
٣٣ – ٢ أدلة وجود الكم الضوئى ٩٣٤
٣٣ – ٣ الطاقة ، كمية التحرك ، وسرعة الفوتونات ٩٣٧
٣٣ – ٤ تطور ميكانيكا الكم ٩٣٨
٣٣ – ٥ مبدأ عدم التحديد ٩٣٩
٣٣ – ٦ الحيود بواسطة شق ٩٤٠
٣٣ – ٧ التكامـــل ٩٤٢
٣٣ – ٨ الشق المزدوج ٩٤٢
٣٣ – ٩ تعيين الوضع بميكروسكوب ٩٤٤

٣٣ – ١٠ استخدام القاطع ٩٤٦
٣٣ – ١١ تفسير الخاصية المزدوجة للضوء ٩٤٧
٣٣ – ١٢ مجالات تطبيق الأمواج والفوتونات ٩٤٨

مطابع المكتب المصرى الحديث
MODERN EGYPTIAN PRESS
الكيلو ١٠ الطريق الزراعي مصر اسكندرية ص ب ٣٥ شبرا الخيمة ت ٩٥٧٩٥٩

084802.5