Wondershare
PDFelement

L
E
C
T
U
R
E
S

I
N

Physics

اعداد

دكتور/محمد محمد فنجرى

Wondershare
PDFelement

قسم الفيزياء
كلية العلوم

العام الجامعي

2023/2022

.

Wondershare
PDFelement

كلية :التربية

الفرقة: الثالثة

الشعبة :طبيعة

المادة : بصريات متنوعة

القائم بالتدريس:

د/محمد محمد فنجرى

العام الجامعى: ٢٠٢٢/٢٠٢٣م

Wondershare
PDFelement

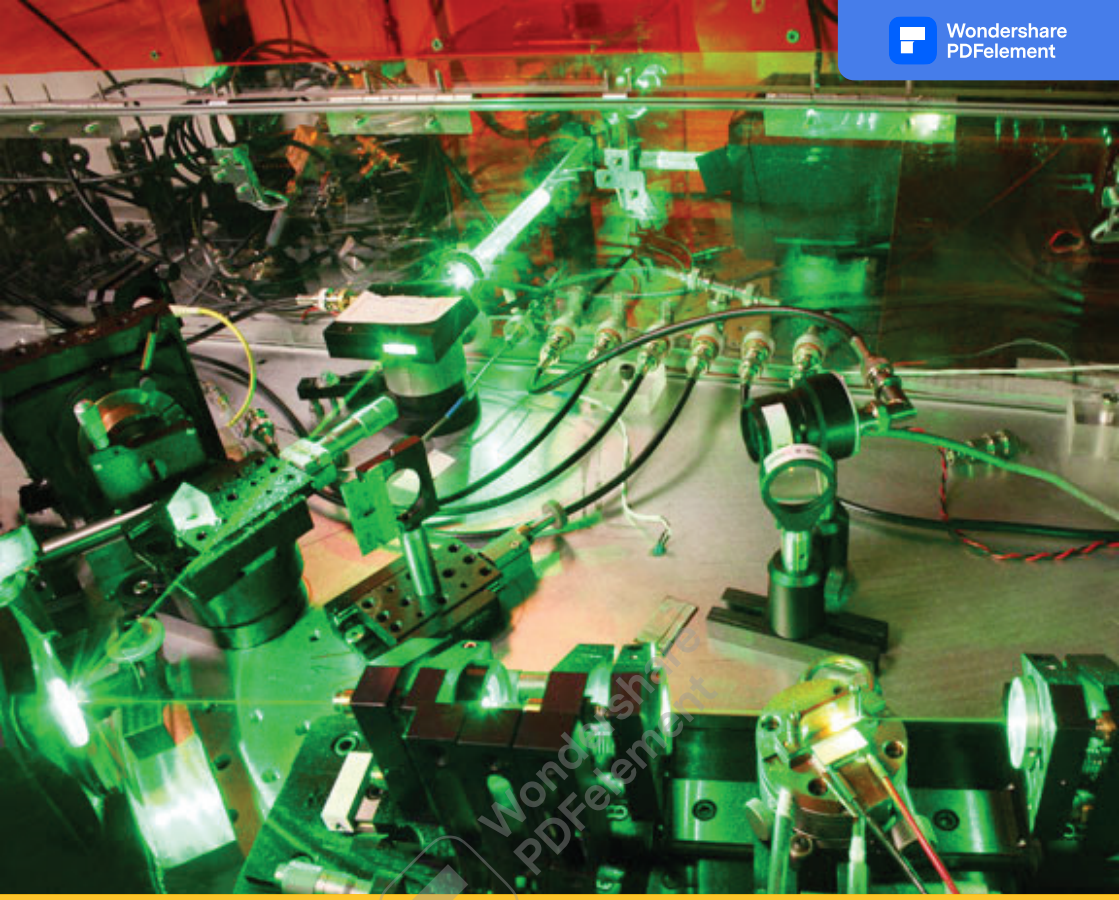
Wondershare PDFelement

قمر مكتمل على بعد (١,٢٥) ثانية ضوئية

© جان لوك دوفيرن (Jean-Luc Dauvergne) من مجلة السماء والفضاء الفرنسيّة (Ciel Et Espace)

يمكننا رؤية القمر من أيّ مكان على كوكب الأرض بسبب انعكاس ما يقارب من ١٤٪ من أشعة الشمس التي تسقط على سطحه، وقد كشفت البعثات الآليّة الأخيرة عن وجود ماء جليدي في قطبيّ القمر داخل فوّهات عميقة لا يصلها ضوء الشمس أبدًا. كما تشير العيّنات القمريّة التي جمعها روّاد مركبة الفضاء (أبولو) إلى أنّ القمر تشكّل منذ مليارات السنين عندما اصطدمت بالأرض صخرة بحجم كوكب المريخ ما تسبّب في تطاير أجزاء منهما إلى الفضاء القريب حول الأرض قبل أن تتجمّع هذه الأجزاء مع بعضها بعضًا لتكوّن - بقدرة الله - القمر الذي نراه اليوم مضيئًا في سمائنا.

Wondershare PDFelement



تطبيقـات اللّيـزر

ⓒ جريج كوبلر (Greg Kuebler)، بتصريح من المؤسّسة الوطنيّة للعلوم (NSF, JILA)

اللّيـزر LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) هـو اشـعاع كهرومغناطيسـي تكـون فوتوناتـه مسـاوية في الـتردد ومتطابقة الطور الموجي حيث تتداخل تداخلا بناءً بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية وشديدة التماسك زمانيا ومكانيا وهو مالم يمكن تحقيقه باستخدام تقنيات أخرى غير تحفيز الإشعاع، وقد ظهرت تطبيقات اللّيزر بشكل كبير خلال العقود القليلة الماضية، حتّى أصبح لها أثرها الواضح في مجالات العلوم والتقنية المختلفة بدءًا بوسائل الاتصالات ووصولًا إلى وسائل النقل، وانطلاقًا من المجالات الطبيّة حتى القطاعات الصناعية والعسكرية والترفيهية والبحثية. تتميّز أشعّة اللّيزر المنبعثة بأنّها أحاديّة اللّون (أي أنّ لها طولًا موجيًّا واحدًا) وذات اتّجاه واحد، حيث تمتدّ لمسافة طويلة في شكل حزمة إشعاعيّة رفيعة. كما تتميّز بانتظام موجاتها بعكس ضوء الشمس أو المصباح الكهربائي ما يجعل أشعّة اللّيزر ضيّقة ومركّزة على مواضع صغيرة جدًّا. لذا فإنّها تستخدم في قطع المواد المختلفة بدءًا من المعادن ووصولًا إلى أقمشة الدنيم (الجينز) كما أنّها تستخدم في الحفر والنقش عليها، وتساهم المشروعات المستمرّة لتطوير أجهزة ليزر جديدة تتميّز بصغر حجمها وفاعليتها، بالإضافة إلى الجهود المبذولة لابتكار أشعّة ليزر عمليّة بأطوال موجيّة مختلفة في ضمان استمراريّة تقدّم تطبيقات اللّيزر الرائدة.

Wondershare
PDFelement

انعكاس البرق على نهر سان لوران في ليلة عاصفة في مدينة كيبيك

ⓒ حقوق نشر الصورة: جان بيير ماركيز (Jp Marquis)

يتسبّب الاحتكاك بين جزيئات الغيوم متعدّدة الذرّات – أثناء أيّ عاصفة – في تراكم عدد كبير من الشحنات الكهربائيّة المنفصلة ما يولّد جهدًا كهربائيًّا يقارب ١٠٠ مليون فولت، وعندئذ قد يتسبّب بدوره في تفريغ تيّار كهربائي مضيء يعرف بالبرق (الصاعقة) وتعدّ الحرارة المتولّدة أثناء وميض البرق (الصاعقة) أكثر سخونة من سطح الشمس، كما أنّها تعدّ مصدرًا للوميض الأبيض المزرّق اللامع الذي نراه في السماء.

Wondershare PDFelement

غروب الشمس (العدسات) ولاية أيوا، الولايات المتحدة الأمريكية

© توماس ديهوف (Thomas DeHoff)

عند انحراف الأشعّة الضوئيّة عن خط سيرها تصبح الصور المتكوّنة مشوّهة ومشوّشة، وهذا ما يحدث عند انحراف مسار الضوء أثناء انتقاله في الهواء ومروره بعدسات النظارة؛ وخصوصًا العدسات المصقولة التي تتسبّب في انحراف الأشعّة الضوئيّة بقدر يمكّن الإنسان من رؤية الأجسام بدقّة ووضوح، ومن الأمثلة الأخرى الشائعة على انحراف الضوء غروب الشمس، حيث تبدو الشمس كأنّها مسطّحة نتيجة انحراف أشعّتها بعد عبورها لطبقات الغلاف الجوي المختلفة التي تمثّل دور العدسة، فزاوية انحراف الضوء المنبعث من الجزء السفلي للشمس أكبر من زاوية انحراف الضوء المنبعث من جزئها العلوي، وذلك لأنّ الأشعّة الضوئيّة تمرّ عبر عدد أكبر من طبقات الغلاف الجوي كلّما اقتربنا من الأفق؛ لذا تظهر الشمس بيضاويّة الشكل.

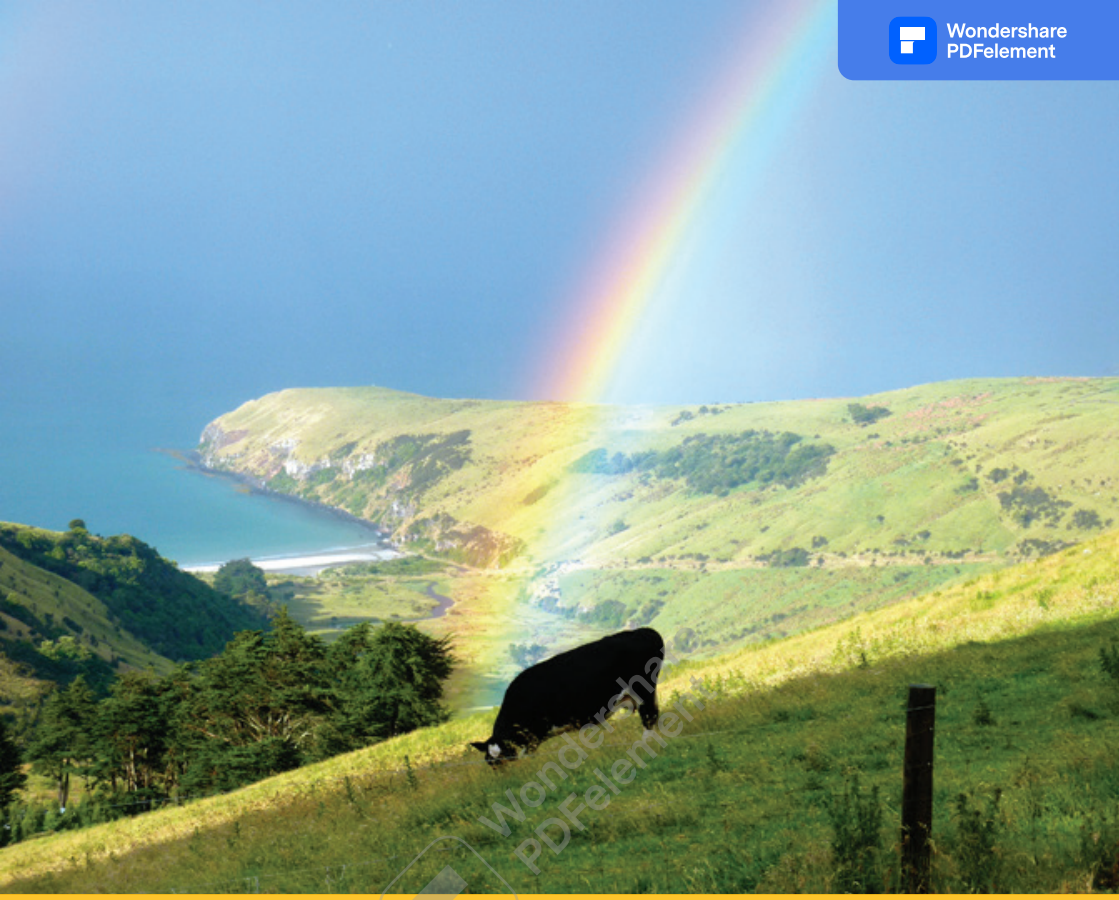
Wondershare PDFelement

الانعكاسات على سطح بحيرة تسوموريري، الهند

© برابو بي دوس (Prabhu B Doss)

تعدّ أغلب الأجسام من حولنا أجسامًا مُضاءة لا تصدر الضوء بنفسها، بل تعكس الأشعّة التي تصلها من المصادر المضيئة الأخرى كأشعّة الشمس أو أضواء المصابيح الكهربائية، ما يمكّننا من رؤية الأجسام التي تحيط بنا، وفي الواقع فإنّ قانون انعكاس الضوء يعدّ أحد القوانين الأساسيّة لفيزياء الضوء والبصريّات، والذي كان نتاج أبحاث الحسن ابن الهيثم، حيث يشمل الانعكاس نوعين من الأشعّة: الشعاع الوارد (أو الساقط) والشعاع الصادر (أو المنعكس) وتخضع الأشعّة الضوئيّة المنعكسة لقانون الانعكاس الذي ينصّ على أنّ زاوية سقوط الشعاع على السطح العاكس تكون مساوية لزاوية الانعكاس، وهذا قانون الانعكاس الذي اوجده كمال الدين الفارسي وفي حال كان السطح العاكس أملس كالمرآة، أو كان سطح بحيرةٍ ساكنةٍ – كما في الصورة – فإنّ الصور المنعكسة تظهر واضحة ومطابقة للجسم الأصلي.

Wondershare
PDFelement

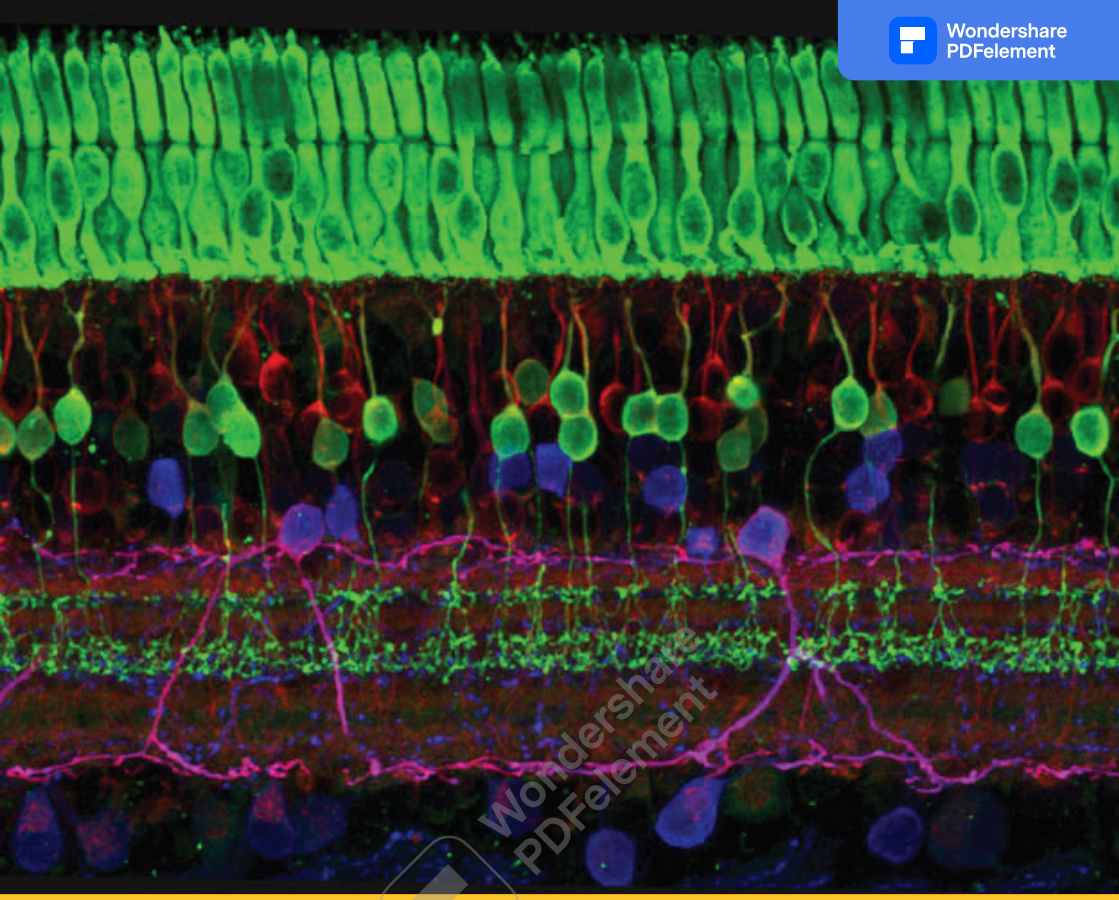


شعاع من ألوان الطيف ممتد فوق مزرعة أبقار في نيوزيلاندا

© ليزا وجيفري سميث (Lisa & Jeffrey Smith)

تتكوّن أشعّة الشمس من مجموعة من الأطوال الموجيّة الضوئيّة المختلفة يحمل كلٌّ منها لونًا مُعيّنًا مختلفًا عن الآخر؛ حيث إنّ طول موجة اللّون البنفسجي هو الأقصر بين ألوان الطيف، بينما طول موجة اللّون الأحمر هو الأطول بينها، وعندما تخترق أشعّة الشمس قطرة المطر فإنّها تنحرف عن مسارها الخاص؛ إلّا أنّ مقدار الانحراف يختلف باختلاف الأطوال الموجيّة، فالأطوال الموجيّة القصيرة تكون ذات انحراف أكبر من الأطوال الموجيّة الطويلة، وتظهر ألوان الطيف نتيجة انكسار أشعّة الشمس (انحرافها) بعد اختراقها لقطرة ماء، ومن ثم انعكاسها على السطح الداخلي للقطرة وانكسارها مرة أخرى عند خروجها منها، ويتكوّن ضوء الشمس من سبعة ألوان هي: الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي. يظهر في هذه الصورة شعاع ألوان الطيف ممتدًا فوق مزرعة أبقار في دولة نيوزيلندا.

Wondershare PDFelement

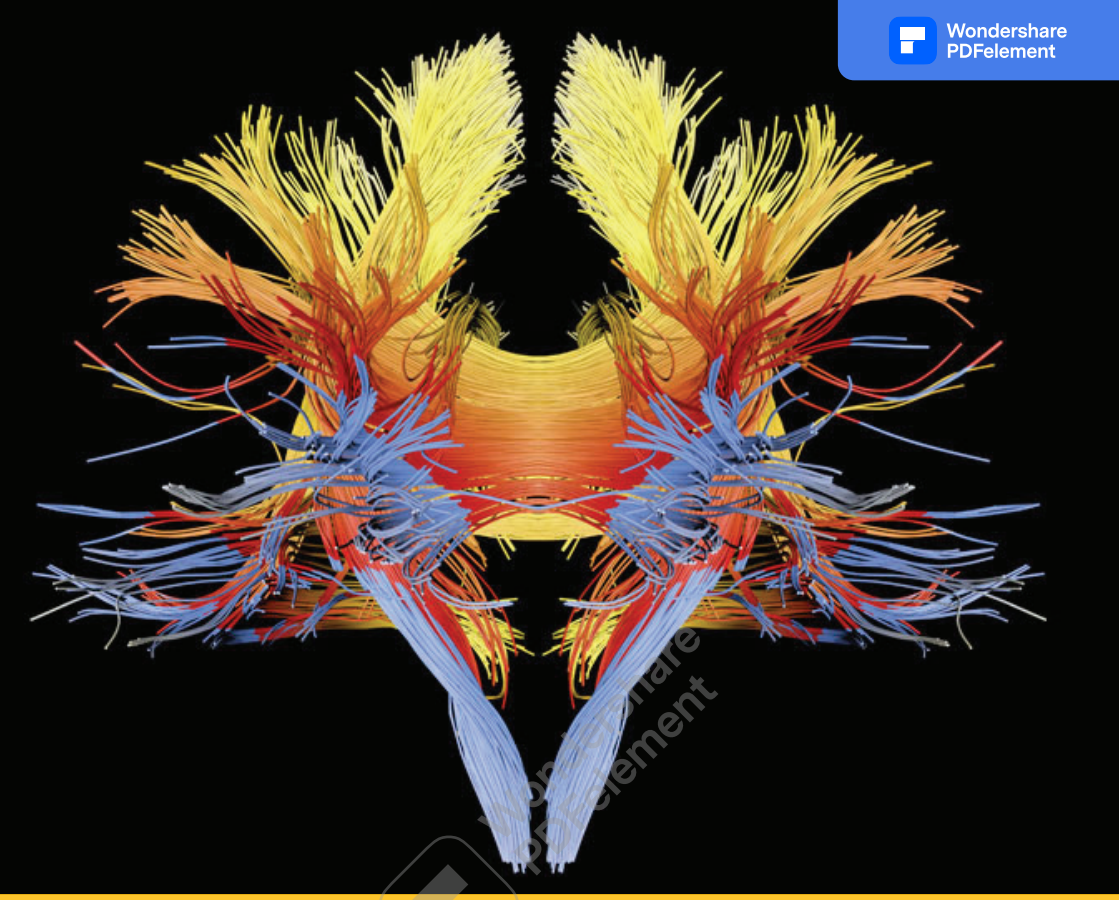


الخلايا العصبية لشبكيّة العين

© وي لي (Wei Li) من المعهد الوطني للعيون، المعاهد الوطنية الصحية

تتألّف شبكيّة العين من طبقات متعدّدة من الخلايا العصبيّة المترابطة؛ بعضها حسّاس للضوء، وهناك نوعان من المستقبلات الضوئيّة المسؤولة عن حاسّة البصر (تكوين الصور) هما: خلايا عصويّة ومخروطية، إلّا أنّ هناك نوعًا ثالثًا من المستقبلات الضوئيّة اُكتشف مؤخّرًا في طبقة الخلايا العقديّة العصبيّة في شبكية العين تتحسّس بشكل كبير من الإضاءة المحيطة الساطعة. وترتبط مباشرة بمناطق متعدّدة في الدماغ، حيث تتحكّم بمجموعة من العمليّات مثل: التحكّم بحجم حدقة (بؤبؤ) العين، وضبط إيقاع الساعة البيولوجيّة للجسم على مدار ٢٤ ساعة، وفي هذه الصورة نلاحظ وجود الخلايا المخروطية في الطبقة العليا (باللّون الأخضر) بينما توجد الخلايا العقديّة في الطبقة السفلى.

Wondershare PDFelement



ألياف المادّة البيضاء

ⓒ ألفريد باسيكا (ALFRED PASIEKA) (www.alfred-pasieka.de)

يعرف أغلب الناس «المادّة الرماديّة» الموجودة في الدماغ بينما يجهلون حقيقة وجود مادّة بيضاء تمثّل شبكة من الألياف العصبيّة التي تربط الحبل الشوكي بأجزاء الدماغ المختلفة، وقد التقطت الصورة أعلاه باستخدام تقنية التصوير بالطيف المنتشر (DSI) التي تعدّ خيارًا بديلًا للتصوير بالرّنين المغناطيسي. وفي هذه التقنية توضح الموجات الإشعاعيّة لجزيئات الماء المشحونة بالمجال المغناطيسي أماكن المياه الموجودة في الألياف العصبيّة التي تكشف بدورها عن الأنماط المتشابكة لهذه الألياف. يستخدم العلماء هذه التقنية وغيرها من التقنيات المماثلة لرسم خريطة شاملة للروابط العصبية في الدماغ (تعرف - إذا جاز التعبير- بمخطّط التوصيلات الكهربائيّة).

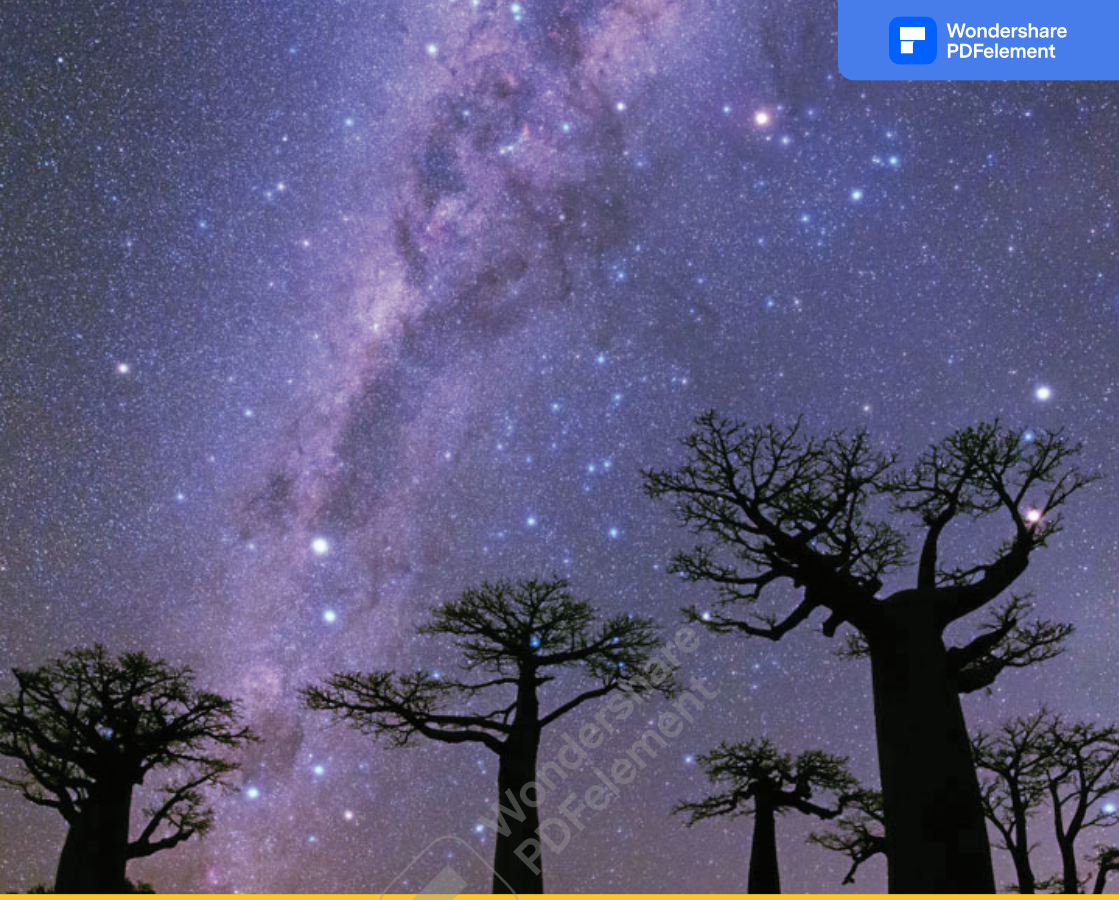
Wondershare
PDFelement

الصـورة المجهريـة المسـتقطبة

© مارك ميس (Marek Mis)

عند النظر إلى الأشياء من حولنا، ولكن في وضع مجهري، فإن الكثير من التفاصيل تظهر لنا لأول وهلة وبشكل مختلف عما ألفناه في حياتنا اليومية. فمثلا الصورة أعلاه، وهي عبارة عن خليط بلوري مجهري معد من سترات الصوديوم كعلاج طارد للبلغم، هي صورة مجهريّة ملتقطة في ضوء مستقطب وتتّصف الموجات الضوئيّة بأنّها متذبذبة وتشع في جميع الاتجاهات، بينما يتميّز الضوء المستقطب بموجات منتظمة تتذبذب في اتجاه واحد فقط. كما تتميّز ظاهرة «الاستقطاب» بقدرتها على تحسين مميّزات معيّنة في مثل هذا النوع من الصور المجهريّة.

Wondershare PDFelement



مجرة درب التبانة فوق أشجار التبلدي (الباوباب)، مدينة مورونداڤا، مدغشقر

ج ٢٠١٤ © محمد طه غوكانلي (PNA)

مجرّة درب التبانة عبارة عن مجرّة حلزونيّة ذات أذرع عملاقة تضمّ تجمّعًا هائلًا من الغبار والنجوم والغازات المنبعثة من منطقة الانتفاخ الأوسط (حوصلة المجرّة) ويقع نظامنا الشمسي على إحدى الأذرع الخارجيّة لمجرّة درب التبانة، ولو نظرنا إلى المنطقة الوسطى من المجرّة (كما هو موضّح في الصورة) لرأينا مجموعة واسعة من النجوم المضيئة في السماء، إلّا أنّ هذه لا تمثل سوى نسبة ضئيلة من إجمالي عدد النجوم في المجرّة، وذلك لأنّ الغبار والغاز يحجبان جزءًا كبيرًا من الضوء الذي يساعدنا على رؤيتها.

Wondershare PDFelement

ظاهرة الشفق القطبي الشمالي ألاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية

© جوشوا سترانج (Joshua Strang) – أحد أفراد القوات الجوية الأمريكية

تطلق الشمس– باستمرار– جزيئات ذات شحنة سالبة (أيونات) تسبح في فضاء المجموعة الشمسيّة، وعند اقترابها من سطح الكرة الأرضيّة فإنّ عددًا منها يتّجه إلى القطبين: الشمالي والجنوبي بسبب قوّة المجال المغناطيسي للأرض، حيث تصطدم بذرّات الغلاف الجويّ ما يشكّل أضواء تعرف بظاهرة الشفق القطبي أو – كما تسمّى في النصف الشمالي من الكرة الأرضية– «بالأضواء الشماليّة». ويظهر الشفق القطبي بمجموعة من الألوان الزاهية تختلف باختلاف الألوان المنبعثة من الذرّات بعد اكتسابها للطاقة المتولّدة عن اصطدام الجزيئات بها؛ فالأكسجين (على سبيل المثال) يشعّ ضوءًا أصفر مخضرًّا أو ضوءًا أحمر، بينما يشعّ النيتروجين ضوءًا أزرق.

Wondershare
PDFelement

الألواح الشمسيّة، ولاية كولورادو، الولايات المتحدة الأمريكيّة

© دنيس شرودر (Dennis Schroeder)/ المختبر الوطني للطاقة المتجددة (NREL)

تمكنّنا الألواح الشمسية من تخزين جزءٍ من الطاقة الشمسية الهائلة التي تصلنا بشكل يومي. حيث تولّد الخلايا الكهروضوئيّة المستخدمة في الألواح الشمسيّة طاقة كهربائيّة عن طريق تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء باستخدام مواد شبة موصلة مثل السيلكون. تُستخدم الألواح الشمسيّة عن طريق تثبيتها على أسقف المباني إما بشكل فردي أو على هيئة «مزارع» كبيرة تضمّ شبكة من الألواح الشمسيّة التي تعمل على توليد الطاقة الكهربائيّة لعدد كبير من الأشخاص والشركات، وتعدّ الطّاقة الشمسيّة أحد أهم المصادر الواعدة للطاقة المتجدّدة.

Wondershare PDFelement

الفصل الرابع

العين والأجهزة البصرية

The Eye and the Optical Instruments

- تشريح العين.
- حدة البصر.
- زاوية الإبصار والتكبير الزاوي.
- التلسكوب الفلكي.
- التلسكوب العاكس.
- التلسكوب الأرضي.
- الميكرسكوب المركب.
- آلة التصوير الفوتوغرافي.

أسئلة الفصل

Wondershare PDFelement

يتميز العصر الحديث بانتشار واسع للأجهزة البصرية واستخدامها في شتى المجالات.

ففي مجالات الرصد الفلكي والمساحي والعسكري تستخدم المقاريب (التلسكوبات)، وفي مجالات الفحوص المعملية والبحوث العلمية تستخدم المجاهر (الميكروسكوبات).

وفي المجالات الطبية تستخدم المناظير بأنواعها المختلفة، فمنا ما هو خارجي لفحص قاع العين والأنف والأذن والحلق، ومنها ما هو داخلي كمنظار المعدة ومنظار القولون ومنظار الركبة ومنظار البطن. وقد أحدثت المناظير ثورة هائلة في مجال إجراء الجراحات الدقيقة.

وتختلف نظريات عمل هذه الأجهزة. فمنها ما يعتمد على مرايا أو عدسات فقط، ومنها ما يعمل بالألياف الضوئية (شكل ٤ - ١)، إلا أنها تتفق حول غرض واحد وهو مشاهدة المرئيات بشكل مفصل ودقيق بواسطة العين.

Wondershare PDFelement

والشكل النهائي لهذه المشاهدات يظهر كصورة للعين. لهذا سوف نبدأ بدراسة تركيب العين وكيفية تكون الصورة فيها والتعرف على عيوب البصر الشائعة.

٤-١: تشريح العين:

تعتبر العين واحدة من أدق الأنظمة البصرية التي ترصد المرئيات في سكونها وحركتها، قُربها وبعدها، طولها وعرضها وسمكها وارتفاعها وشدة إضاءتها وعتامتها، إضافة إلى تمييز ألوانها.

وهي في تركيبها تأخذ شكلاً كروياً قطره حوالي ٢,٥سم (بوصة واحدة)، ويحيط بالجزء الأكبر من سطحها جدار صلب يعرف بالصلبة، شكل (٤-٢). وتزداد شدة التكور عند الجزء الأمامي من العين، وهذا الجزء مغطى بغشاء شفاف محدب يبلغ نصف قطره تكوره ٠,٨سم. ويعرف بالقرنية C. والمنطقة التي تلي القرنية تحتوي على سائل A يعرف بالسائل المائي، ويليه العدسة البلورية L وهي تحتمي خلف حاجز معتم P يعرف بالقزحية. وتتوسط القزحية فتحة مستديرة تسمى "إنسان العين" أو الحدقة. هذه الفتحة تتسع أو تضيق تبعاً لشدة الضوء الذي تستقبله كي تحفظ العين من أضرار الإضاءة الشديدة والمتوهجة. وتثبت العدسة البلورية في مكانها بفعل ألياف عضلية M عند أطرافها.وهذه الأجهزة تتصل بالجدار الداخلي لكرة العين، وبتقلصها وارتخائها تغير من انحناء سطح العدسة البلورية فيما يعرف بتكييف العين للرؤية الواضحة. وخلف العدسة تمتلئ العين بسائل جيلاتيني يعرف بالسائل الزجاجيV.

معامل انكسار السائل المائي والسائل الزجاجي يساوي ١,٣٣٦، وهي قيمة قريبة من مقدار معامل انكسار الماء، أما العدسة البلورية فمعامل انكسار مادتها غير متجانس وقيمته المتوسطة (١,٤٣٧) ولا تختلف كثيراً عن قيم معاملات انكسار السوائل المحيطة بها، لذا فإن معظم الأشعة المنكسرة للضوء الداخلي إلى العين تتجمع عند القرنية.

والجزء الأكبر من السطح الداخلي مغطى بغشاء رقيق من ألياف عصبية هي الشبكية والنقطة الصفراء Y أكثر نقطة الشبكية تأثراً بالضوء الأبيض أو الملون، وهي عبارة عن فجوة صغيرة قطرها ٠,٢٥سم. وتقع عند تقاطع محور العين مع الشبكية، وبالقرب من هذه النقطة وفي جهة الأنف تقع نقطة أخرى تتجمع عندها الألياف العصبية الدقيقة في العصب البصري O ولصغر الفجوة الموجودة عند مركز النقطة الصفراء، فإنه يلزم للعين أن تتحرك كي ترصد بوضوح نقطتين قريبتين.

ويسمى موضع دخول العصب البصري إلى داخل العين بالنقطة العمياء، حيث لا ترى فيها الخلايا العصوية والمخروطية.

أهم عيوب الإبصار هي:

أ- قصر النظر (ميوبيا).

ب- طول النظر (هيبروبيا).

جـ- ضعف قوة التكييف (برسبيوبيا).

د- اللانقطية أو اللابؤرية (استجماتيزم).

يمكن التغلب على هذه العيوب بتصميم عدسات رقيقة مناسبة لكل حالة، وهذه قد تكون عدسات لاصقة من مواد تعرف بالبلمرات، أو قد تكون زجاجية فيما يعرف بالنظارات الطبية.

Wondershare
PDFelement

(أ) قصر النظر (ميوبيا):

يعني هذا التعبير أن الأشعة المتوازية الصادرة من جسم بعيد تتجمع داخل العين في نقطة Q أمام الشبكية بدلاً من أن تكون عليها. وتستقبل بذلك الشبكية امتداد الأشعة المتجمعة عند Q فتبدو للجسم صورة غير واضحة، (شكل ٤ - ٤) ومع اقتراب الجسم تدريجياً من العين تأخذ الصورة في الوضوح حتى تصبح أدق ما يمكن عندما تقع على الشبكية تماماً. والعين المصابة بقصر النظر تقع نقطتها البعيدة عند مسافة محدودة عند النقطة P في الشكل (أ)، ولا تقع في ما لا نهاية.

Wondershare
PDFelement

ويمكن إصلاح قصر النظر باستخدام عدسة مفرقة عند L، لزيادة البعد البؤري لعدسة العين بالقدر الذي تنطبق به صورة الأجسام البعيدة على الشبكية تماماً عند النقطة R كما في الشكل (ب). ويتضح من الشكل أن البعد البؤري للعدسة المطلوبة يساوي المسافة PL وهذه تساوي عملياً بعد النقطة البعيدة عن العين.

(ب) طول النظر (هيبروبيا):

إذا وقعت النقطة البعيدة لعين ما في ما لا نهاية، وكانت نقطتها القريبة أبعد من البعد الطبيعي المقدر بـ ٢٥سم، فإن هذه العين مصابة بطول النظر، وفي شكل (٤ - ٥أ) تمثل X النقطة القريبة لعين مصابة بطول النظر والأشعة الصادرة من X تتجمع عند الشبكية R إلا أن الأشعة التي تنبعث من النقطة القريبة السوية عند A والموجودة على بعد ٢٥سم من العين تتجمع عند نقطة B خلف الشبكية.

ويمكن إصلاح طول النظر باستخدام عدسة لامة L تعمل على زيادة قوة عدسة العين بالقدر الذي يجعل الأشعة المنبعثة من A تتجمع على الشبكية، وتبدو كما لو كانت صادرة من النقطة X في الشكل (٤ - ٥ب).

فإذا كان هناك جسم عند النقطة القريبة A بحيث تكون AL مساوية ٢٥سم فبدت صورته عند X بحيث كانت XL مساوية ٥٠سم.

تكون بذلك العدسة المطلوبة من المعادلة العامة:

$$\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{(+25)}+\frac{1}{(-50)}=\frac{1}{F}$$

ومنها يكون البعد البؤري لهذه العدسة هو $f = 50\ cm$

وقد يحتاج الأمر إلى تصحيح موضع النقطة البعيدة، وذلك حين تتجمع الأشعة المتوازية في نقطة خلف الشبكية كما في شكل (٤ - ٦أ) ويمكن التغلب على هذا العيب باستخدام عدسة محدبة L كما في شكل (٤ - ٦ب) لتعمل على تجمع الأشعة المتوازية عند الشبكية R.

Wondershare PDFelement

(جـ) ضعف قوة التكييف (برسبيوبيا):

يتضح مما سبق أن قصر النظر وبعد النظر إنما هما من عيوب انكسار الأشعة الداخلية للعين، بحيث تتجمع الأشعة المنكسرة إما قبل الشبكية أو بعدها. والعين المصابة بأي من هذين العيبين تظل لها القدرة على التكييف، وهي القدرة على تغيير انحناء سطحي العدسة (ومن ثم قوتها البصرية) تبعاً لقرب أو بعد المرئيات والمشاهدات كي يتم رصد هذه المرئيات بوضوح تام، وقد تفقد عدسة العين هذه القدرة بسبب اضمحلال مرونة العضلات المتصلة بالعدسة، وخاصة مع تقدم العمر، ويعرف هذا العيب بالبرسبيوبيا.

وإذا فقدت العين قدرتها على التكييف، ولم تكن تعاني من قصر النظر، فإن نقطتها البعيدة تكون في ما لانهاية، وتحتاج إلى عدسة لامة عند النظر إلى الأجسام القريبة. أما إذا كانت العين تعاني من قصر النظر، بالإضافة إلى ضعف قوة التكييف فإنها تحتاج إلى عدستين إحداهما مفرقة

عند النظر إلى أجسام على مسافات أكبر من نقطتها البعيدة، والأخرى لامة للنظر إلى أجسام قريبة وعلى مسافات أقل من نقطتها البعيدة.

وللتغلب على البرسبيوبيا تستعمل عدسات ثنائية البعد البؤري لتصحيح كل من النقطة القريبة والنقطة البعيدة. ففي هذه العدسات يكون الجزء السفلي عدسة لامة موجبة القوة لتصحيح النقطة القريبة، ويستخدم لرؤية الأجسام القريبة والقراءة. أما الجزء العلوي من هذه العدسة فتمثل عدسة مفرقة سالبة القوة لتصحيح النقطة البعيدة، (شكل ٤ - ٧) وميزة ذلك تجنب إبدال العدستين عند تنقل النظر بين الأجسام البعيدة والقريبة والاقتصار على تحريك العين للنظر خلال الجزء العلوي أو خلال الجزء السفلي من العدسة الثنائية.

Wondershare PDFelement

وقوة التكييف تبلغ مداها في عيون الأطفال، ثم تتناقص كلما أمد العمر ويعزي ذلك إضافة إلى ما سبق ذكره من فقد عضلات العدسة مرونتها فقداً تاماً أو جزئياً إلى أنه يحدث مع كبر السن أن يزداد معامل انكسار الطبقات الخارجية لهذه العدسة. وبذلك تقل القوة المركبة للمجموعة، وتصبح العين بذلك طويلة النظر، مما يترتب عليه أن تنعدم أو تقل قوة تكييف العين.

ومن المعتاد في القياسات البصرية عامة، وعلم أمراض العيون خاصة أن نعبر عن البعد البؤري لأية عدسة بالأمتار، وأن نتحدث عن قوة العدسة بوحدة الديوبتر.

وقوة العدسة بالديوبتر يعبر عنها بمقلوب البعد البؤري مقاساً بالأمتار.

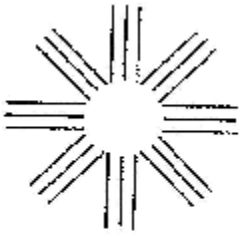
فمثلاً إذا كان البعد البؤري لعدسة = + ٥٠سم،

= + ٠,٥متر

وهكذا فالعدسات اللامة لها قوة موجبة، في حين أن العدسات المفرقة لها قوة سالبة. وتصنع عدسات النظارات الطبية إلى أقرب ¼ ديوبتر.

(د) اللانقطة أو اللابؤرية (الاستجماتيزم):

ينشأ هذا العيب إذا فقدت كرة العين أو فقد أحد الأسطح الكاسرة فيها تماثله الكري، وأهم هذه السطوح هي القرنية. وينتج عن ذلك أن تختلف القوة البصرية للعين في المقاطع المختلفة المارة بمحور بصرها، ويختلف بذلك وضوح أجزاء الجسم. فإذا نظرت مثل هذه العين إلى مجموعتين من الخطوط الرأسية والخطوط الأفقية في لوحة واحدة (شكل ٤ - ٨) فإنها لا يمكنها أن تتبين بوضوح إلا مجموعة واحدة منهما في آن واحد.

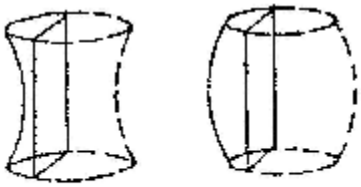


شكل (٤ – ٨) اختبار الاستجماتزم

ويمكن التغلب على هذا العيب الاستجماتي في العين باستخدام عدسة استجمية، (شكل ٤ - ٩أ) بحيث يتكون من هذه العدسة والسطح الكاسر الاستجمي في العين كالقرنية على سبيل المثال مجموعة متماثلة بالنسبة للمحور البصري.

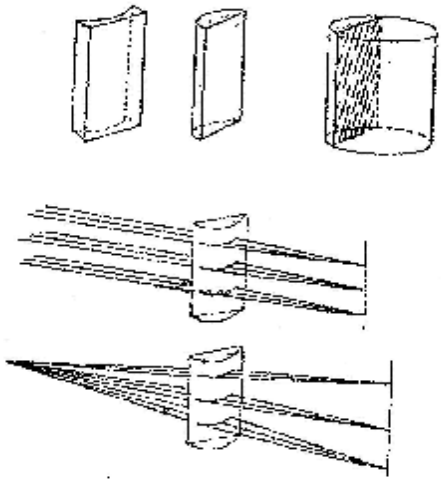
وقد يكون العيب في تكور القرنية في مقطع رئيسي واحد (الأفقي مثلاً) دون المقطع العمودي عليه، في هذه الحالة يمكن إصلاح اللانقطية باستخدام عدسة اسطوانية مستوية توضع أمام العين بحيث يوازي محورها المقطع الذي لا عيب فيه فتعوض بذلك نقص أو زيادة قوة العين في اتجاه المقطع الآخر.

أما إذا كانت العين تعاني عيباً استجمياً مصحوباً بقصر نظر أو طول نظر، كأن يشتمل العيب في تكور القرنية المقطعين الرئيسيين المتعامدين الأفقي والرأسي مثلاً، فإن صورة أي من الخطين المتعامدين لا تنطبق تماماً على الشبكية.



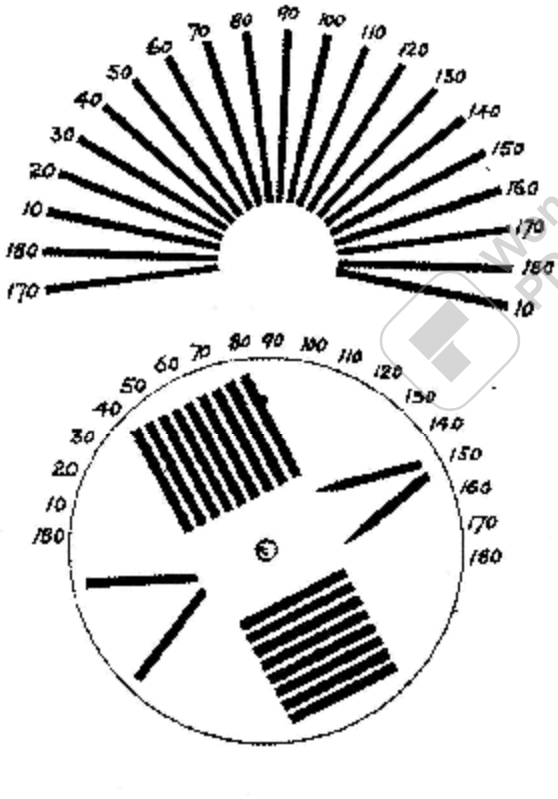
شكل (٤ – ٩ب) العدسة الطوريدية

في هذه الحالة يمكن إصلاح هذا العيب باستخدام عدسة اسطوانية كرية أو عدسة طوريدية (شكل ٤ - ٩ب) تكون قوتها في المقطعين الرئيسيين بحيث يتكون منها ومن القرنية والعدسة البلورية مجموعة متماثلة القوة حول المحور البصري للعين. وفي كلتا الحالتين تكون العدسة إما مفرقة أو مجمعة وفقاً لما تكون عليه العين من قصر أو من طول في النظر.



شكل (٤ – ١٩) عدسة استجمية ومسار الأشعة في إحداها

وقد يكون تكور سطح القرنية غير منتظم لدرجة يصعب معها إصلاح العيب بالعدسات الاستجمية، وفي هذه الحالة تستخدم عدسة رقيقة من مادة بلمرية (غير زجاجية) توضع بحيث يكون حافتها تحت جفن العين، ويملأ الفراغ بينها وبين القرنية بسائل له نفس معامل انكسار السائل المائي الذي يملأ الحيز بين القرنية والعدسة البلورية. وبذلك تعمل العدسة الرقيقة عمل القرنية تماماً بينما لا يعاني الضوء انكساراً عند سطح القرنية نفسها، لأن السائل على جانبيها له معامل انكسار واحد، وهذه العدسة الرقيقة تُعرف بالعدسة اللاصقة.



شكل (٤ – ١٠أ) لوحة الكشف على الاستجماتيزم

ويمكن الكشف عن الاتجاه الذي يوجد به العيب الانحنائي في العين باستخدام إحدى اللوحات الخاصة المبنية في شكل (٤ - ١٠أ) فإذا نظرت العين المصابة بالاستجماتيزم إلى الشكل العلوي مثلاً، فإنها سوف تلاحظ كأنما هناك فرق واضح في درجة سواد هذه الخطوط، ففي اتجاه خاص تظهر الخطوط قاتمة السواد، بينما تظهر في الاتجاه المتعامد وكأنها رمادية اللون.

Wondershare PDFelement

وفي الشكل السفلي تدار اللوحة حول المحور البصري إلى أن تظهر إحدى مجموعتي الخطوط أوضح من الأخرى أو أكثر سواداً عنها. من ذلك يستنتج أن العدسة الاستجمية المطلوبة يجب أن توضع بحيث يتعامد محورها الاسطواني مع اتجاه الخطوط الأكثر وضوحاً في اللوحة.

ولو فرضنا أن العين كانت ترى الخطوط الأفقية واضحة تماماً، فإن هذا معناه أنها قادرة على تمييز سمك هذه الخطوط بدقة كافية، أي أنها مثالية في الاتجاه الرأسي، ومن ثم فإن العدسة الاسطوانية يجب ألا تؤثر في هذا الاتجاه المثالي، أي أنها يجب أن توضع بحيث يكون محورها الاسطواني رأسياً حتى يقتصر تأثيرها على الاتجاه الأفقي.

ويبين (شكل ٤-١٠ب) رسماً لإطار النظارة من الجهة المقابلة للعين المصابة بالاستجماتيزم، وبه تدرج زاوي من صفر إلى ١٨٠°، ويختلف عن تدريج لوحة الفحص في الشكل السابق بزاوية ٩٠°. وبذلك تكون مهمة الطبيب الفاحص أن يقرأ على لوحة الفحص الاتجاه الذي يرى فيه المريض الخطوط واضحة، ويؤشر لهذه القراءة نفسها على شكل الإطار، فيكون هذا هو الاتجاه الذي يعين على صنع النظارة أن يضع فيه المحور الاسطواني للعدسة الاستجمية.

Wondershare PDFelement

وبعد أن يتحدد موضع هذا المحور يبقى بعد ذلك تعيين قوة العدسة الاسطوانية المطلوبة، ويأتي ذلك بطريق المحاولة فيستخدم الطبيب عدداً من العدسات الاسطوانية ذات قوى متزايدة تدريجياً تزيد كل منها عن سابقتها ¼ ديوبتر حتى ينتقي منها العدسة التي يتمكن بها المريض من رؤية جميع خطوط اللوحة بوضوح تام.

٤-٢: حدة البصر:

سبق أن ذكرنا بأن سطح الشبكية يتكون من شبكة كثيفة جداً لشعيرات من الأعصاب بعضها على شكل قضبان، والبعض الآخر على شكل مخروطات. وطبقاً لنظرية هلمهولتز في الإبصار فإن القضبان تختص بتمييز اللونين الأبيض والأسود فقط، أما المخروطات فتميز الألوان، بالإضافة إلى اللونين الأبيض والأسود. وتبلغ درجة كثافة القضبان على الشبكية أقصاها عند النقطة الصفراء حيث تقدر المسافة بين اثنين منها بنحو ٠,٠٠٤مم.

فإذا نظرت العين إلى جسم دقيق بحيث لم يتأثر بصورته أكثر من شعيرة واحدة فإن العين لا تستطيع أن تحدد تفاصيل هذا الجسم، بل تميزه بنقطة واحدة، ولا يمكن لعين أن تميز بين نقطتين إلا إذا وقفت صورتاهما على شعيرتين مختلفتين. ولما كانت المسافة بين كل شعيرتين مساوية ٠,٠٠٤مم، فإن العين لا يمكنها أن تميز بين نقطتين إلا إذا كانت المسافة بين صورتيهما مساوية ٠,٠٠٤مم على الشبكية. وهذه تقابل زاوية بصرية مقدارها دقيقة واحدة، وهي الزاوية التي يصنعها جسم طوله ٠,٣مم موضوع على مسافة متر من العين.

مثال: ٤ - ١:

إذا كانت النقطة القريبة لعين طويلة النظر تقع على بعد ١٠٠سم منها، احسب البعد البؤري والقوة للعدسة اللازمة لها للقراءة بوضوح على البعد المثالي.

الحل:

في هذه الحالة يوضع الجسم عند ٢٥سم $\therefore u = 25\ cm$

تتكون الصورة عند ١٠٠ سم $\therefore v = -100\ cm$

ومنها:

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{(+25)} + \frac{1}{(-100)} = \frac{1}{f}$$

فيكون البعد البؤري

$$\therefore f = \frac{100}{3} = 33.3\ cm$$

وتكون القوة

$$F = \frac{1}{f\ (\text{in meter})} = \frac{100}{0.333} = +3\ \Delta$$

مثال: ٤ - ٢:

النقطة البعيدة لعين بها ميوبيا تبعد ١٠٠سم عن العين. احسب العدسة اللازمة لرؤية الأجسام عند ما لا نهاية:

الحل:

$$u = \infty\ , \qquad v = -100$$

$$\therefore \frac{1}{\infty} + \frac{1}{(-100)} = \frac{1}{f}$$

ومنها يكون البعد البؤري – ١٠٠ سم.

أي أن العدسة مفرقة وقوتها - ١ ديوبتر.

مثال: ٤ - ٣:

يمكن لشخص أن يرصد المرئيات بين ٥٠ سم و ٣٠٠ سم بشكل واضح. ما هي العدسة التي تلبي:

أ) زيادة مدى الرؤية الواضحة إلى ∞ .

ب) اختزال النقطة القريبة إلى ٢٥ سم.

الحل:

أ) لزيادة مدى الرؤية إلى ∞ تستعمل عدسة مفرقة، وبفرض قرب العدسة من العين، فإن الجسم الموضوع عند ∞ تظهر صورته عند النقطة البعيدة على بعد ٣٠٠سم.

$$\therefore \ u = \infty \ , \qquad v = -300$$

$$\therefore \ \frac{1}{\infty} + \frac{1}{(-300)} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore f = -300 \text{ cm}$$

وتغير هذه العدسة من وضع النقطة القريبة ٥٠ سم إلى u

$$\therefore \ \frac{1}{u} + \frac{1}{(-50)} = \frac{1}{(-300)}$$

$$\therefore u = 60 \text{ cm}$$

ويصبح المدى الجديد بين ٦٠سم ، ∞ .

ب) لاختزال النقطة القريبة من ٥٠ سم إلى ٢٥سم. تستعمل عدسة محدبة بحيث يكون

$$\therefore \ u = 25 \ , \qquad v = -50$$

$$\therefore \ \frac{1}{25} + \frac{1}{(-50)} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore f = +50 \text{ cm}$$

وهذه العدسة تغير من النقطة البعيدة ٣٠٠سم إلى u'

$$\therefore \ \frac{1}{u'} + \frac{1}{(-300)} = \frac{1}{(+50)}$$

$$\therefore \ u' = 42.7 \text{ cm}$$

ويصح مدى الرؤية لهذه العدسات من ٢٥سم – ٤٢,٧ سم.

٤-٣: زاوية الإبصار والتكبير الزاوي:

نعتبر أن هناك جسماً O في شكل (٤-١١) وقد تكونت له صورة b على شبكية عين شخص ما. وكان قطر كرة العين a. فإذا كانت θ هي الزاوية التي يصنعها الجسم عند العين، ومقدرة بالتقدير الدائري، فإنه من هندسة الشكل نجد أن $b = \theta \ a$ ومنها $b \ \alpha \ \theta$. من ذلك نصل إلى النتيجة الهامة التالية:

"يتناسب طول صورة جسم ما تناسباً طردياً مع زاوية الإبصار التي يعملها الجسم عند العين".

Wondershare PDFelement

ويوضح الشكل (٤-١٢أ) هذه الحقيقة. فإذا كان هناك جسماً عند A يصنع زاوية $\hat{\alpha}$ ثم تحرك الجسم قرباً من العين إلى نقطة B وعمل زاوية $\hat{\beta}$ فسنجد أن $\hat{\beta} > \hat{\theta}$ وعليه فإن الجسم سيبدو عند النقطة B أكبر منه عند النقطة A رغم أن طوله ثابت لم يتغير. كذلك في شكل (٤-١٢ب) الجسمان عند P, Q يصنعان زاوية واحدة $\hat{\beta}$ عند العين، ولذلك سيظهران متساويين على الرغم من اختلاف أطوالهما الطبيعية.

Wondershare PDFelement

وهكذا نجد أن زاوية الإبصار هي المسئولة عن كيفية ظهور صور الأجسام في العين.

وتعد التلسكوبات والميكرسكوبات أجهزة بصرية مصممة بفكرة زيادة الزاوية البصرية للمرئيات، كي تظهر بصورة أكبر بكثير من حقيقتها. فإذا كانت الزاوية البصرية عند العين لجسم ما

بدون استخدام الجهاز هي α وأصبحت بعد استخدام الجهاز α' فإن التكبير الزاوي M للجهاز يعطي بالعلاقة:

$$M = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

وتعرف هذه العلاقة بقوة التكبير للجهاز، وفيها يتم التركيز على الزوايا البصرية للجسم وصورته، وليس على الحجم الطبيعي للجسم.

والتلسكوب جهاز لرصد المرئيات البعيدة، ولذلك يستخدم بفعالية كبيرة في الأرصاد الفلكية، وقد صمم أول تلسكوب عام ١٦٠٨م، واستخدمه جاليليو عام ١٦٠٩م للرصد الفلكي، وفتح الطريق بذلك أمام اكتشافات فلكية هائلة ساهم فيها كلمن كيلر ونيوتن الذي قام بدوره بتصميم تلسكوبات أخرى.

٤-٤ التلسكوب الفلكي:

يتألف التلسكوب الفلكي من عدستين: شيئية ذات بعد بؤري كبير، وعينية ذات بعد بؤري صغير. وعند الاستخدام المعتاد للتلسكوب تكون الصورة النهائية عند ما لا نهاية، وتراها العين دون عناء.

ويوضح شكل (٤-١٣) كيفية تكون الصورة النهائية عند الاستخدام الطبيعي للتلسكوب، حيث تتكون الصورة I للجسم البعيد عند البؤرة الثانوية، F_o للعدسة الشيئية. كذلك تكون الصورة النهائية عند ما لا نهاية، وذلك لوقوع الصورة الأولية I عند البؤرة الأساسية F_e للعدسة العينية، وبمقارنة بعد العدسة الشيئية عن العين مع بعد الجسم البعيد عن العين، فإنه يمكن اعتبار أن الزاويةα هي الزاوية البصرية للجسم عند العين؛ نتيجة لقرب هذه العدسة من العين، أما زاوية إبصار الصورة فهي α' وعليه تكون:

$$\alpha = \frac{h}{f_o} \quad , \quad \alpha' = \frac{h}{f_e}$$

حيث h يمثل طول الصورة I وتكون قوة تكبير التلسكوب:

$$M = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f_o}{f_e} \frac{\text{(البعد البؤري للشيئية)}}{\text{(البعد البؤري للعينية)}}$$

وهكذا نجد أن قوة تكبير التلسكوب تساوي النسبة بين البعد البؤري للعدسة الشيئية إلى البعد البؤري للعدسة العينية.

ويلاحظ أن المسافة بين العدستين يساوي حاصل جمع البعدين البؤريين $(f_o + f_e)$ ويستفاد من هذه النتيجة عند تصنيع أو تصميم التلسكوب.

وقد يكون هناك وضع غير معتاد لاستخدام التلسكوب، وفيه تتكون الصورة النهائية عند موضع النقطة القريبة للعين، وليس عند ما لا نهاية كما ذكر من قبل. ويوضح شكل (٤ - ١٤) هذه الحالة، وفيه تكوّن الشيئية L_1 صورة للجسم البعيد عن بؤرتها F_1 وتُحرك العينية بحيث تقع هذه الصورة على بعد أقل من بؤرتها F_2 فتكون له صورة نهائية مبكرة معتدلة على بعد D من العينية، وتكون قوة التكبير عندئذ:

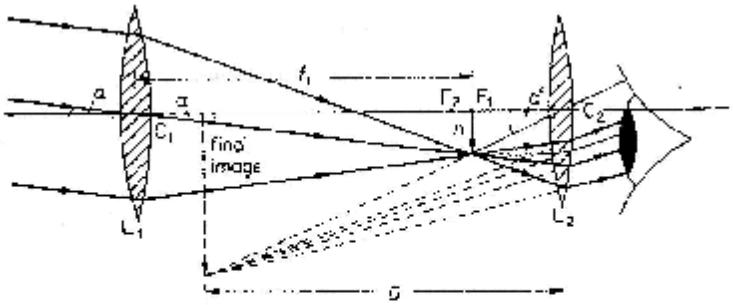
$$M = \frac{f_1}{f_2}\left(1 + \frac{f_2}{D}\right) \qquad (4\text{-}1)$$

وبالمقارنة بالنتيجة السابقة، نجد أن هذا الاستخدام للتلسكوب بتكوين الصورة النهائية عند النقطة القريبة بدلاً من ما لا نهاية يعمل على زيادة قوة التكبير.

٤-٥: التلسكوب العاكس:

التلسكوب الفلكي الذي تم شرحه في البند السابق يعتمد في عمله على قدرة العدسة الشيئية على كسر الأشعة الساقطة عليها من جسم بعيد وتجميعها في بؤرتها، ولذلك يسمى هذا النوع من التلسكوبات بتلسكوب الانكسار أو التلسكوب الكاسر.

هناك أنواع أخرى من التلسكوبات، وتعرف بتلسكوب الانعكاس أو التلسكوب العاكس، وفيه تستبدل العدسة الشيئية بمرآة لامة شيئية تقوم بعكس الأشعة وتجميعها عند بؤرتها لتكون صورة أمام العدسة العينية للتلسكوب.



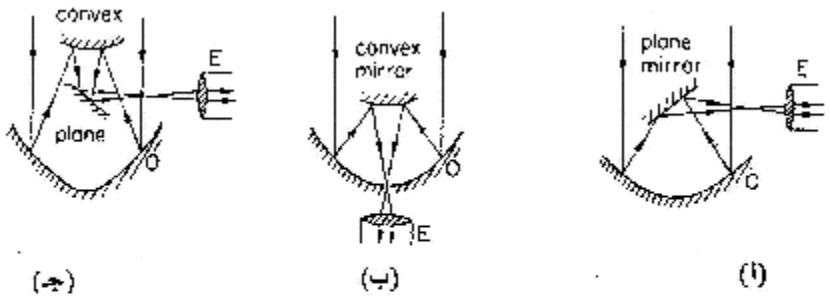
(٤ - ١٤) التلسكوب في استخدام غير عادي – الصورة النهائية عند النقطة القريبة للعين

يتجلى ذلك كأروع ما ابتكره العقل البشري في تاريخ العلوم في تلسكوب هال المقام عند سفح جبل بالومار بولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية. وقد اختير هذا الموقع لما يتميز به المكان من هواء خال من الرطوبة، ومن معوقات الرؤية الليلية.

ويتكون الجزء الأكبر في هذا التلسكوب من مرآة على هيئة قطع مكافئ اتساعه خمسة أمتار. صنعت المرآة من زجاج البيركس الذي يتميز بصغر معامل تمدده الحراري، واستغرق العمل في إعدادها وصقلها قرابة ست سنوات. وتغطي واجهة المرآة بطبقة رقيقة من الألومنيوم الذي يتميز بمقاومته الشديدة لعوامل التعرية مقارنة بالفضة التي تتأثر بسرعة في الجو المكشوف.

وتساعد ضخامة المرآة على السماح بقدر وافر من الضوء الساقط من النجوم والكواكب البعيدة، كي ينعكس ويتجمع عند بؤرتها وتسجيل هذه الصور بواسطة أجهزة تصوير خاصة. ويمكن بهذا التلسكوب متابعة عناصر كونية تولد أو تفني، ودراسة بعض النظريات الفلكية في الكون وتصوير عدد من الكواكب مثل المريخ، وإضافة للمرآة الرئيسية والتي تمثل الشيئية العاكسة O في شكل (٤ - ١٥) هناك مرايا أخرى مساعدة، قد تكون مستوية أو محدبة.

ففي شكل (أ) والذي يمثل التلسكوب العاكس لنيوتن نجد أن المرآة المساعدة مستوية تقوم بعكس الصورة المتكونة بالشيئية في اتجاه عمودي على المحور الرئيسي لها، وتقع بذلك أمام العدسة العينية E. وفي التلسكوب العاكس لكاسيجارين (شكل ب)، نجد أن المرايا المساعدة محدبة، وتعمل على تكوين صورة واضحة ومركزه خلف الشيئية خلال فتحة صغيرة عند قطبها، وتقع الصورة بذلك أمام العينية E الموجودة خلف الشيئية على امتداد المحور الرئيسي لها. أما في التلسكوب العاكس لكودية تم تجميع المرايا المستوية والمحدبة، بحيث تكون صورة نهائية أمام العدسة العينية E الموجودة في اتجاه عمودي على المحور الرئيسي لشيئية التلسكوب (شكل جـ).



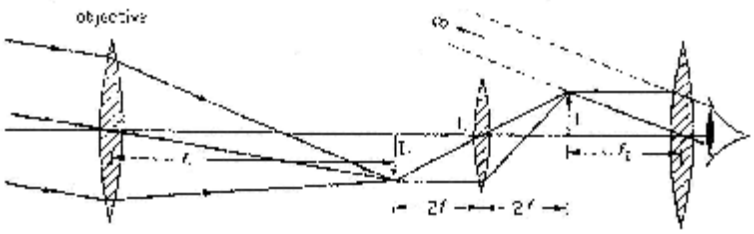
شكل (٤ – ١٥) التلسكوب العاكس وفقا لكل من:

(أ) نيوتن (ب) كاسيجارين (جـ) كوديه

٤-٦: التلسكوب الأرضي:

لوحظ في التلسكوب الفلكي الكاسر أن الصورة الأولية للجسم البعيد، والموجودة عند بؤرة الشيئية هي صورة حقيقية مقلوبة. وفي الملاحظات الفلكية لا يهتم بهذا الأمر كثيراً بقدر الاهتمام بوضوح الصورة النهائية، إلا أن الأمر يختلف في الرصد المساحي حيث ينصب الهدف على رصد مرئيات ساحية بحيث ترى في النهاية معتدلة.

وللحصول على صورة نهائية معتدلة تم إدخال عدسة دخيلة L بين الشيئية F_1 والعينية F_2 (شكل ٤ - ١٦) توضع هذه العدسة بحيث تكون الصورة الأولية I_1 على بعد مساو لضعف البعد البؤري ناحية البؤرة الأساسية فتتكون لها صورة "ثانوية" I حقيقية معتدلة ومساوية. وعند بعد من L يساوي أيضاً ضعف البعد البؤري ناحية البؤرة الثانوية. نتيجة لذلك يكون هناك صورة حقيقية معتدلة عند بؤرة العدسة العينية لتكون عند ما لا نهاية الصورة النهائية للجسم المرصود في الوضع المعتدل له.



شكل (٤ – ١٦) التلسكوب الأرضي

ونجد في هذه الحالة أن قوة التكبير ما زالت تساوي النسبة بين البعد البؤري للشيئية إلى البعد البؤري للعينية (f_1 / f_2) إلا أن المسافة بين الشيئية والعينية قد زادت بحيث أصبحت $(f_1 + f_2 + 4f)$

بدلاً من $(f_1 + f_2)$ حيث تمثل f البعد البؤري للعدسة الدخيلة L. ويعتبره زيادة طول قصبة التلسكوب عيباً آخر يضاف إلى عيب نقص شدة استضاءة الصورة الموجودة أمام العينية بفعل العدسة الدخيلة.

مثال: ٤ - ٤:

تلسكوب جاليليو فيه البعد البؤري للشيئية +١٢سم، وللعينية -٥سم. وعند رصد جسم بعيد تكونت له صورة تقديرية معتدلة على بعد ٣٠سم من العينية. احسب من ذلك قوة التكبير الزاوي للتلسكوب.

الحل:

يوضح شكل (٤ - ١٧) مسار الأشعة في هذا المثال:

Wondershare PDFelement

نطبق قانون جاوس للعدسات لإيجاد بعد الصورة الأولية عن العينية، فإذا كان بعد هذه الصورة I_1 عن العينية هي u وبعد الصورة النهائية v.

$$\mathbf{Q}\quad \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{F}$$

$$\therefore \frac{1}{u} + \frac{1}{(-30)} = \frac{1}{(-5)}$$

$$\therefore u = 6\ \text{cm}$$

ويكون قوة التكبير الزاوي = $\dfrac{\text{البعد البؤري للشيئية}}{\text{بعد الصورة الأولية عن العينية}}$

$$\therefore M = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{h_1/(L_2 I_1)}{h_1/f_1} = \frac{f_1}{(L_2 I_1)} = \frac{12}{6} = 2$$

٤-٧: الميكرسكوب المركب:

بدراسة التركيب الزاوي للميكرسكوب البسيط وجد أن قوة التكبير M تزداد كلما صغر البعد البؤري f للعدسة، ونظراً لأن البعد البؤري يتوقف على شدة تكور سطح العدسة، فإن هناك حد أدنى لقيمة f لا يمكن الحصول على أقل منها لصعوبة تصنيع أسطح ذات شدة تكور كبيرة، ولذلك تم

استخدام عدستين بدلاً من عدسة واحدة في الميكرسكوب؛ لزيادة قوة التكبير الزاوي، وأطلق على الجهاز اسم الميكرسكوب المركب، ويبينه الشكل (٤-١٨) تسمى العدسة القريبة من الجسم بالشيئية، والعدسة التي تتكون من خلالها الصورة النهائية بالعينية، وكلا من هاتين العدستين محدبة، ولكليهما بعد بؤري صغير للسبب الذي ورد ذكره.

وعند استعمال الميكرسكوب، فإن الجسم يوضع على بعد أكبر قليلاً من البعد البؤري f_o للشيئية، وتتكون له صورة حقيقية مكبرة مقلوبة عند I_1 داخل قصبة الميكرسكوب. تضبط العينية للحصول على صورة نهائية تقديرية مكبرة عند I_2، وبذلك تكون I_2 على بعد أقرب إلى العين من بعدها البؤري f_e فتعمل هذه العدسة عمل عدسة مكبرة كما في حالة الميكرسكوب البسيط.

وعند استخدام الأمثل للميكرسكوب تكون العين شديدة القرب من العينية، وتقع الصورة النهائية على مسافة D تساوي بعد النقطة القريبة للعين. وبالاستعانة بالشكل وكذلك الكميات التي سبق تعريفها، وملاحظة أن بعد الصورة الأولية I_1 تبعد مسافة v من الشيئية، فإنه يمكن حساب التكبير الزاوي للميكرسكوب المركب ليصبح:

$$M_{n.\,p.} = \left(\frac{D}{f_e} - 1\right)\left(\frac{v}{f_o} - 1\right) \qquad (4-2)$$

وقد يستعمل الميكرسكوب المركب في غير حالته المثلى والمعتادة؛ وذلك بأن تقع الصورة الأولية I_1 عند بؤرة العينية. وعليه، فإن الصورة النهائية سوف تتكون عند ما لا نهاية كما في شكل (٤-١٩).

Wondershare PDFelement

في هذه الحالة تعطي قوة التكبير الزاوي بالعلاقة:

$$M_{f.p.} = \left(\frac{v}{f_o} - 1\right)\frac{D}{f_e} \qquad (4-3)$$

يتضح من هذه العلاقة أنه كلما صغرت قيم الأبعاد البؤرية للعدسات المستعملة، كلما كبرت قيمة التكبير الزاوي M.

والوضع الأمثل عند مشاهدة الأجسام خلال الميكرسكوب هو اختيار دائرة العين M كما يوضحه شكل (٤-٢٠). ويحدث ذلك عندما تكون عين المشاهد قريبة جداً من العينية بالقدر الذي يمكن معه متابعة الشعاع المركزي T في الأشعة المكونة للصورة وهذا الشعاع يناظر الشعاع المركزي X الصادر من مركز الجسم.

Wondershare PDFelement

مثال: ٤-٥:

ميكرسكوب مركب البعد البؤري لعدستيه ٣سم، ٩سم، والمسافة بينهما ٢٤سم. أين يوضع جسم بحيث تظهر صورته النهائية عند ما لا نهاية؟ وما هي قوة التكبير الزاوي إذا ما استعمل الميكرسكوب استعمالاً معتاداً بواسطة شخص تقع النقطة القريبة لعينه على بعد ٢٥سم، شكل (٤-٢١).

Wondershare PDFelement

الحل:

بمتابعة الشكل (٤ - ٢١) نفرض أن الشيئية A والعينية B بحيث يكون:

$$f_o = 3\ cm \quad , \quad f_e = 9\ cm$$

يوضع الجسم على بعد u من الشيئية بحيث تتكون له صورة أولية عند بؤرة العينية، وتكون على بعد من الشيئية $v = 15\ cm$ وباستخدام قانون جاوس:

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{+15} = \frac{1}{+9}$$

$$\therefore u = 3\frac{3}{4}\ cm$$

$$\therefore M = \left(\frac{v}{f_o} - 1\right)\frac{D}{f_e} = \left(\frac{15}{3} - 1\right)\frac{25}{9} = 11.1\ rad$$

Wondershare PDFelement

٤-٨: آلة التصوير الفوتوغرافي:

تتكون آلة التصوير من الأجزاء الأساسية التالية:

١ - **منظومة العدسات L وتقع عند مقدمة الآلة.**

٢ - **فيلم F حساس للضوء، ويقع عند مؤخرة الآلة.**

٣ - **أداة لضبط البعد البؤري للعدسات لضمان تكون صور واضحة على الفيلم الحساس.**

٤ - **نظام تعريض للضوء يمد الفيلم بجرعات مناسبة لفتحة العدسة.**

وتظهر هذه الأجزاء في شكل (٤ - ٢٢)

منظومة العدسات قد تحتوي على أزواج من العدسات اللالونية ومجموعة من العدسات المنفصلة، والتي تعمل في مجموعها على اختزال التشويه اللوني والشكلي. وتمر هذه المجموعة من الأمام بحاجز معتم ذي فتحة أو نافذة مركزية قطرها d بحيث تسمح بدخول الضوء بشكل منتظم ومركز حول المحور البصري، وذلك لزيادة اختزال العيوب المسببة لتشويه الصورة.

تتناسب كمية الضوء الساقطة على سطح الفيلم في آلة التصوير مع مربع قطر الفتحة المركزية d_2.

يبين شكل (٤-٢٣) أن طول الصورة يتناسب مع قيمة البعد البؤري للعدسة، ومنها نستنتج أن مساحة الصورة تتناسب مع مربع البعد البؤري f_2 يتناسب الفيض الضوئي β مع المقدار (d_2 / f_2)، ويعرف في هذا المجال بضياء الصورة أو صفائها، ويساوي رياضياً شدة الضوء الساقط على وحدة المساحات.

Wondershare PDFelement

يلاحظ أن الزمن (t) اللازم لتنشيط التفاعلات الكيميائية على اللوح الحساس يتناسب هو الآخر مع الكمية β تناسباً عكسياً، أي أن

$$t \alpha \frac{1}{\beta} \alpha \frac{f_2}{d_2} \qquad (4-4)$$

تقدر الفتحة النسبية للعدسة بقيمة النسبة (d/f) ويعبر عنها بالعدد f. فإذا كانت الفتحة وفقاً للعدد f – 2 فهذا يعني أن قطر فتحة العدسة (f/2) وللعدد f-8 يصبح قطر الفتحة (f/8) وهي أصغر من القطر في الحالة الأولى.وبذلك نرى أن زيادة العدد f يعني نقصاً في قطر فتحة العدسة، واختزالاً لكمية الضوء الساقط خلالها على سطح الفيلم الحساس، ويكون زمن التعريض في حالة f-8 مساوياً لـ ١٦ ضعفاً من زمن التعريض في الحالة f-2.

يكتب العدد f على إطار دائري في محيط مجموعة العدسات على هيئة:

العدد	2 , 2.8 , 3.5 , 4 , 4.8
ومربعاتها	4 , 8 , 12 , 16 , 20

Wondershare PDFelement

والنسبة بينهما 1 , 2 , 3 , 4 , 5

يمكن لآلة التصوير أن تلتقط صوراً واضحة لأهداف على مسافات مختلفة (شكل ٤ - ٢٤) تتحد هذه المسافات بمدى معين يعرف بمدى مجال الرؤية الواضحة O_1O_2، ويناظر هذا المدى مدى آخر يعرف بالعمق البؤري I_1I_2، يمكن للعين أن ترصد بوضوح تام أي صورة تقع خلاله. ويتناسب عمق مجال الرؤية عكسياً مع مقدار فتحة العدسة.

Wondershare PDFelement

أسئلة الفصل الرابع

١ - قارن بين التركيب الضوئي لكل من: عين الإنسان، وآلة التصوير الفوتوغرافية.

٢ - شخص طويل النظر تقع نقطته القريبة للنظر الواضح على بعد ٥٠سم، وباستخدام نظارة طبية تقل هذه المسافة إلى ٢٠سم، احسب قوة العدسة المستعملة وبيّن طبيعتها.

٣ - شخص قصير النظر يقع مدى الرؤية الواضحة له بين ١٨سم، ٨٠سم من عينيه فإذا استخدم عدسة على بعد ٢سم من عينيه. احسب قوة العدسة. وموضع النقطة القريبة المعدلة.

٤ - ماذا يقصد بتكييف العين؟ وكيف يمكن علاج ضعفه؟

٥ - احسب قوة العدسة اللازمة لشخص طويل النظر تقع نقطته القريبة على بعد ١٥٠سم ليتمكن بواسطتها من القراءة على بعد ٢٠سم.

٦ - ركبت عدسة ملتصقة بقرنية عين طويلة النظر بحيث انطبق سطحاهما الملتصقان انطباقاً تاماً. فإذا كان انحناء سطح القرنية هو ٨٠ ديوبتر، وانحناء السطح الخارجي للعدسة الملتصقة هو ١٠٠ ديوبتر. احسب من ذلك قوة المجموعة المركبة من العدسة الملتصقة والقرنية. إذا علم أن معامل انكسار مادة العدسة ١,٦٢ ومعامل انكسار سائل العين ١,٣٤.

Wondershare PDFelement

٧- يستخدم شخص عدسة بعدها البؤري ٢٢سم كي يقرأ كتاباً على بعد ٢٠سم من عينيه. ما هو أقرب بعد لجسم يستطيع أن يراه بوضوح دون استعماله هذه العدسة.

٨- عين طويلة النظر نقطتها القريبة على بعد ١٠٠سم. ما نوع وقوة العدسة اللازمة للقراءة؟، وكيف تتغير بها نقطتها البعيدة؟

٩- اشرح عيوب الإبصار التي تعالج باستخدام العدسات الكرية، أي من هذه العيوب يستخدم معها العدسة الطوريدية؟

١٠- بيّن كيف يمكن ترتيب عدستين محدبتين لاستخدامهما:

(أ) كميكرسكوب. (ب) كتلسكوب.

١١- يتركب تلسكوب من عدستين لامتين، البعد البؤري للأولى ٢٥٠سم، وللثانية ٢سم ويستخدم لرصد كوكب زاوية إبصاره ٥ × ١٠$^{-٥}$ زاوية نصف قطرية. بيّن كيف يمكن ترتيب العدستين لهذا الغرض، وأوجد زاوية إبصار الصورة النهائية عند عين الراصد.

١٢- أثبت أن قوة تكبير الميكرسكوب البسيط تتناسب عكسياً مع البعد البؤري.

١٣- ميكرسكوب مركب فيه البعد البؤري للشيئية ١سم، وللعينية ٥سم، والبعد بينهما ١٥,١٥سم. احسب بعد الجسم عن الشيئية، ودرجة تكبير الميكرسكوب، إذا كانت الصورة النهائية تبعد ٢٥سم من عين المشاهد.

Wondershare PDFelement

Wondershare PDFelement

الفصل الخامس

مبدءا هنجز والنظرية الموجية لضوء

Hinges and light wave theory

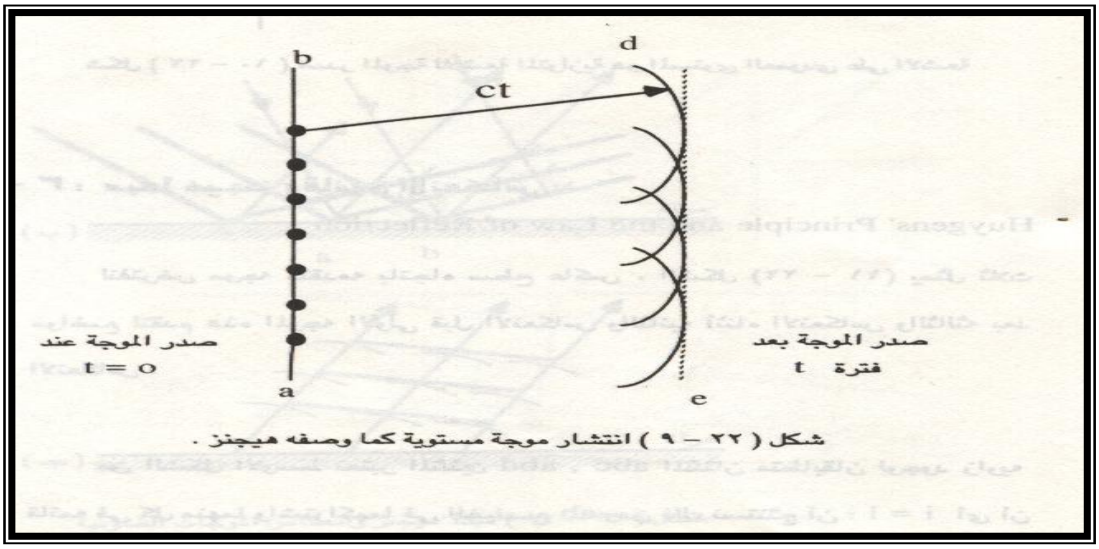
تمثل قوانين الانكسار في الضوء ظواهر أساسيه وذلك يحتم علينا أن نقبل بالنظريات التي تفسر هاتين الظاهرتين تفسيرا منطقيا ومعقولا وقد تمكن هينجز من اشتقاق قوانين الانعكاس والانكسار على أساس نظريه ضوئية بسيطة تفترض التالي:

١) أن الضوء موجه وليس سيلا من الجسيمات .
٢) لا تتعارض هذه النظرية لطبيعة هذه الموجات .
٣) لا يشير إطلاقا إلى خواص الضوء الضوء الكهرومغناطسييه.
٤) لم يكن يعلم أن للضوء موجات عرضيه أو طوليه .
٥) لم يعلم الأطوال الموجيه للضوء المنظور أو سرعته .

وهذه النظريه مبنية على تصميم هندسي معين يسمى مبدأ هينجز وأمكن بواسطته تحديد مكان الموجه في أي لحظه مقبله إذا علم مكانها الحالي وينص مبدأ هينجز على :

(جميع النقط على جبهة الموجه يمكن اعتبارها مصادر نقطيه ثانويه للحصول على موجات ثانويه وبد مرور فتره زمنيه t يكون المكان الجديد لجبهة الموجه هو السطح المماس لكل الموجات الثانوية)

وبإتباع مبدأ هينجز تستخدم عدة نقط على مستوى معين كمراكز للموجات الثانوية الكريه كما في الشكل وبعد فتره زمنيه t تكون الموجات قد قطعت مسافة هي ct في نفس الزمن (وذلك لان الموجات الضوئيه تنتشر في نفس الوسط بنفس السرعه) وتعتبر هذه المسافه نصف قطر هذه الموجات الكريه حيث أن C هي سرعة الضوء في الفراغ ويمثل لمستوى المماس لهذه لكرات بعد فتره t بالمستوى (ed) ويكون (ed) موازيا للمستوى (ab) وتفصلهما مسافة عموديه قدرها (ct) وهو صدر الموجه الجديدة المنعكسة .



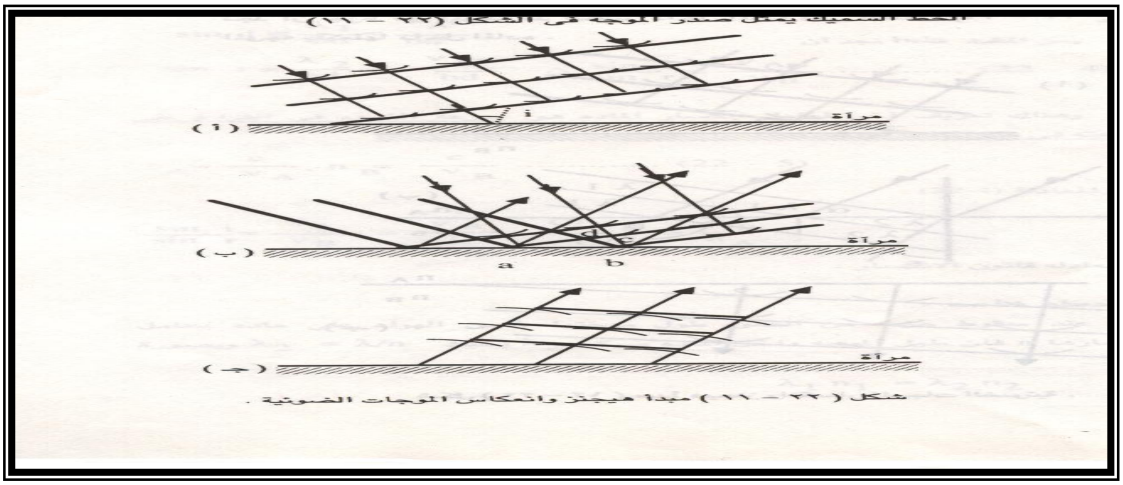
شكل (٢٢ – ٩) انتشار موجة مستوية كما وصفه هيجنز .

٥–١مبدأ هينجز وقانون الانعكاس :

لنفترض موجه متقدمه باتجاه سطح عاكس الشكل التالي يمثل ثلاث مواضع لتقدم هذه الموجـــه الأولى قبل الانعكاس والثانية اثناء الانعكاس والثالثة بعد الانعكاس .

من الشكل الأوسط نعتبر المثلثين abd وabc المثلثان متطابقان لوجود زاويه قائمه في كل منهما واشتركتما في الضلع ab ومن ذلك نستنتج ان: i=1 أي ان زاويـــة الـــسقوط تـــساوي زاويـــة الانعكاس

ملاحظه : الخط السميك يمثل صدر الموجه.

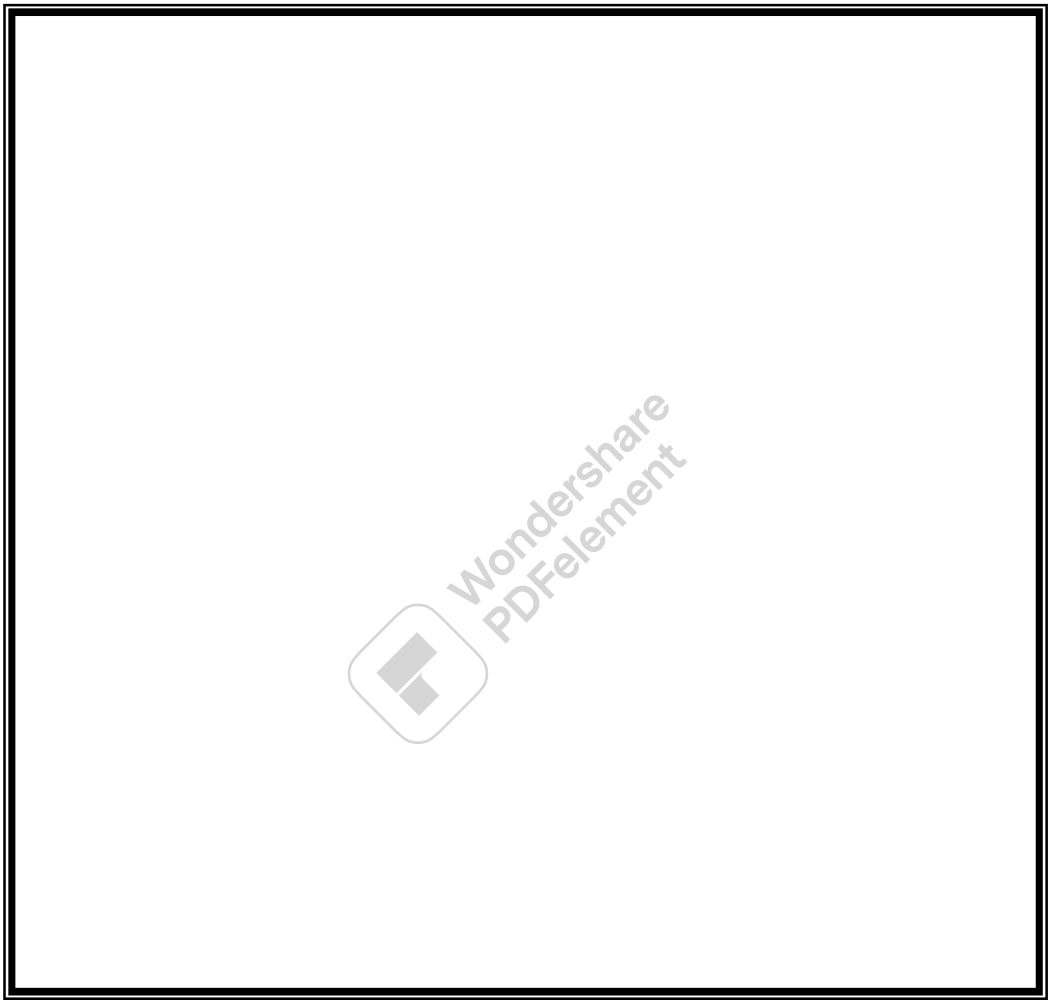


شكل (٢٢ – ١١) مبدأ هيجنز وانعكاس الموجات الضوئية .

Wondershare PDFelement

٥-٢مبدأ هينجز وقانون الانكسار:

الشكل (ا) يوضح موجه متقدمه نحو سطح كاسر .معامل انكسار الوسطين n_B, n_A وفي الشكل(ب) نجد ان جزءا من الموجه قد انكسر داخل المادة وفي الشكل (ج) انكسرت الموجه بأكملها داخل المادة .



سرعة الضوء تختلف باختلاف المادة .ففي زمن قدره Tتنتقل الموجه مسافة مقدارها $l_1 V_A t$ ومسافة قدرها $l_2 v_b t$ في الوسط الثاني B. ومن الشكل (ب) ومن المثلث bdcنجد ان :

ومن المثلث bdaنجد ان : $\sin i = \frac{l_1}{bd} = \frac{v_A t}{bd}$

$\sin r = \frac{l_2}{bd} = \frac{v_B t}{bd} \therefore \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_A}{V_B}$ **KKKK**(*)

وهناك تعريف أخر لمعامل انكسار المادة وسرعة الضوء في الفراغ على سرعته في تلك المادة أي ان $n_A = \frac{C}{V_A}, n_b = \frac{c}{v_B}$ ومن المعادلة (*) نجد ان :

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_A}{V_B} = \frac{\frac{1}{V_B}}{\frac{1}{V_A}} = \frac{\frac{C}{V_B}}{\frac{C}{V_A}} = \frac{n_B}{n_A}$$

وهي نفس معادلة قانون الانكسار.

ملاحظه : عند سقوط حزمه من الضوء طول موجتها l من الهواء على ماده معامل انكسارها n فان طول الموجه داخل المادة سيكون l_2 بحيث $l_2 = l/n$ وبصوره عامه :- $l_1 n_1 = l_2 n_2$

يتطلب تطبيق مبدأ هيجنز في حالة الانكسار انه أذا انحرف شعاع تكون سرعة الضوء في هذا الوسط الكثيف اقل منها في الهواء وهذا صحيح لكل النظريات الموجيه للضوء.

أما النظرية الجسيميه فقد تمكنت من تفسير انكسار الضوء إذا كانت سرعة الضوء في الوسط الذي يميل نحو العمود اكبر من سرعته في الهواء . وقد كان يظن أن الوسط الأكثر كثافة يؤثر بقوى في جسيمات الضوء حين تقترب هذه الجسيمات من السطح فتزداد سرعتها وتغيرا تجاهها لتصنع زاوية اصغر من العمود.

٥-٣ الزاوية الحرجة :-

إذا سقطت أشعه من وسط كثيف مثل الزجاج إلى وسط أقل كثافة ضوئية مثل الهواء أي عند انتقال الضوء من وسط معامل انكساره كبير إلى وسط معامل انكساره اقل فان زاوية الانكسار تكون اكبر من زاوية السقوط وبتكبير زاوية السقوط q مثلا نصل إلى وضع حرج يكون فيه الشعاع المنكسر مماسا للسطح الفاصل أي بزاوية انكسار قدرها ٩٠ درجه وتسمى زاوية السقوط في هذه الحالة الزاوية الحرجة q_c .

٥-٤ تجربة الشق المزدوج ليونج :-

التجربة الا صليه التي أجراها يونج موضحه في الشكل . يسمح لضوء الشمس بالمرور أولا خلال ثقب صغير "S" ثم خلال ثقبين ضيقين $S_1 S_2$

يقعان على بعد كبير من الثقب الأول. حينئذ تتداخل مجموعتا الموجات الكرويه الخارجه من الثقبين كلا مع الأخرى بحيث يتكون خط متماثل متغير الشده على الستار AC.

Wondershare PDFelement

ومنذ أن أجريت هذه التجربة وجد انه من المناسب الاستغناء عن الثقوب الضيقه بشقوق نحيفه واستخدام مصدر يعطي ضوءا اللومر أي ضوء يحتوي على طول موجي واحد فقط. بهذا يصبح لدينا الان جبهات الموجه الكرويه ، وهذه تمثل ايضا في بعدين بنفس الشكل فإذا كانت الخطوط الدائرية تمثل قمم الموجات فان تقاطع أي خطين منها تمثل وصول موجتين متساويتين في الطور ، مختلفتين في الطور بمضاعفات "$2p$" إلى تلك النقط ومن ثم فان مثل هذه النقط هي إذن نقط أقصى اضطراب أو شده . وسوف يبين الفحص الدقيق للضوء المستقبل على الستار انه يتكون من شرائط أو هدب ساطعه ومظلمه تفصلها مسافات متساويه شبيهة بما هو مبين في الشكل< ٢> ويمكن الحصول على مثل هذه الصور الفوتوغرافيه بالاستغناء عن الستار AC بلوح فوتوغرافي.

٥-٥التداخل :-

لنفرض أن لدينا مصدرين للموجات عند النقطتين A و B في الشكل (أ) ، وأن هذين المصدرين يبعثان موجات متماثلة وعمليا يمكننا استخدام الموجات المنبعثة من مصدر واحد وتقسيمهما إلى جزئيين لكي نتأكد أن الموجات متماثلة في الشكل . ومن الواضح أنه إذا اتحدت الموجتان AوB في الشكل أ سويا فإنهما سوف تقوي كل منهما الأخرى لأنهما متفقتا الطور وفي هذه الحالة تجمع قمم الموجة Aعلى قمم الموجة B منتجة قمم كبيرة كما هو مبين بالنسبة إلى مجموع الموجة في الجزء أ و تسمى هذه الحالة التي تجمعت فيها موجتان بحيث تقوي كل منهما الأخرى بالتداخل البناء .

وإذا حركنا المصدر B إلى الخلف مسافة نصف طول موجي كما هو مبين في الشكل ب فإننا سنرى أن الموقف مختلف تماماً . وا لأن إذا جمعنا الموجتين فإن قمة الموجة A سوف تجمع

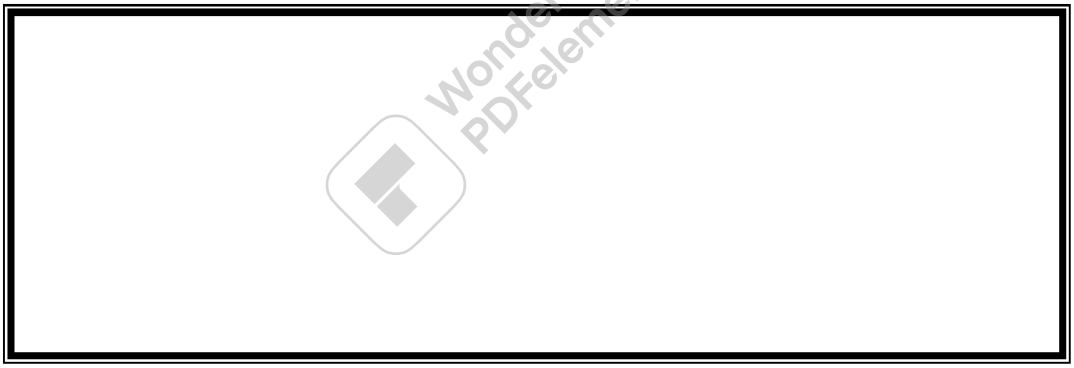
على قمة الموجة Bنتيجة لذلك فإن الموجتين Aو B سوف تلاشي كل منهما الأخرى إذا كانتا متساويتين في المقدار ويوضح الجزء ب مجموع هاتين الموجتين المختلفة في الطور بمقدار ١٨٠ درجة .

وكما نرى فإن مجموع الموجتين يساوي صفر وهذه الحالة حالة التداخل الإتلافي الكلي وفي التداخل الإتلافي تلاشي كل من الموجتين الأخرى تماما عندما يجمعان معا .

وإذا أرجعنا الموجة B إلى الخلف بمقدار نصف طول موجي أخر فإنها ستكون متأخرة عن الموجة A بمقدار ٣٦٠ درجة درجه اوطول موجي كامل كما هو مبين في الشكل (ج) وهنا تتحد الموجتان تماما في الخطوه مره ثانيه بحيث إذا جمعتا سويا فإنهما سوف تقويان كل منهما الأخرى كما هو مبين في الجزء ج. ومن هذا التحليل يتضح لنا إن الموجات المتفاوتة الطور بمقدار ٠ او ٣٦٠ درجه تميل الى ان تقوي كل منهما الأخرى .

بالمثل يحدث الموقف المبين في الجزء ب من الشكل إذا كانت الموجه B متأخرة عن الموجه A بمقدار $l+\frac{1}{2}l$ ويحدث التلاشي إذا كان فرق المسار يساوي $l+\frac{1}{2}l$ n حيث أن n=1.2.3

وهذا يعني ان التداخل الاتلافي يحدث إذا كان فرق المسار هو $\frac{l}{2},\frac{3l}{2},\frac{5l}{2}$ ؛.....الخ.

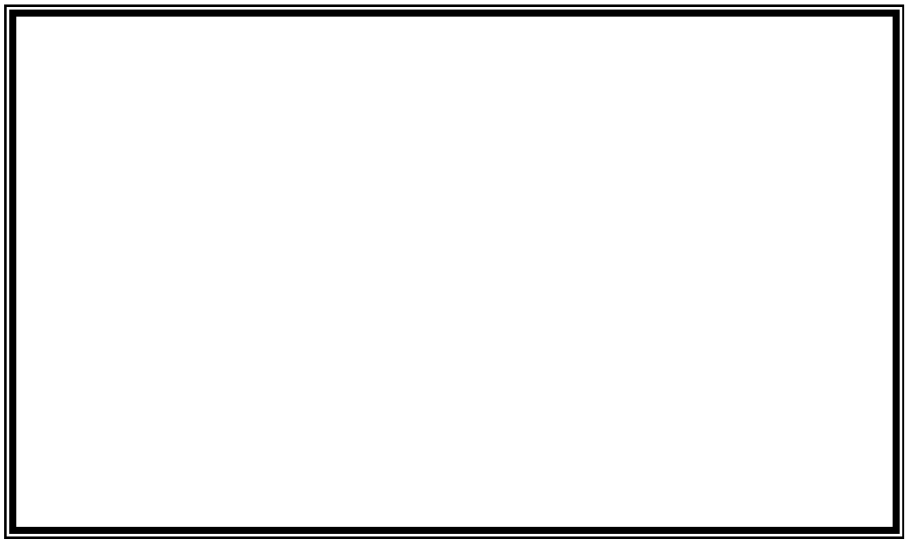


يمثل الشكل التالي رسما تخطيطيا لتجربة بسيطة توضح تداخل موجات الماء .وفي هذه التجربة تسقط موجات الماء المستوية على الحائط من اليسار ، ويسمح الشقان s_1,s_2 الموجودان بالحائط للموجات بالمرور خلالها عند هاتين النقطتين.

وعليه فان الشقين يعملان كمصدرين جديدين للموجات بالنسبة للمنطقة التي تقع على يمين الحائط . ويلاحظ ان هذين المصدرين يولدان موجتين مترابطتين لأنهما تنتجان من نفس الموجه الساقطه وتمثل بعض قمم الموجات الدائرية المنبعثة من s_1,s_2 في الشكل بالون الأسود.

لاحظ أن قمم الموجات المنبعثة من المصدرين متفقه الطور وتقوي كل منها الأخرى عند النقط الداكنة المبينه على الخطوط $OB^{-}،OB،OA$

في الشكل .



وتوجد قرارات الموجات في منتصف المسافه بين كل قمتين متتاليتين وهي ايضا تقوي كل منهما الأخرى على نفس الخطوط عند النقط الموضحه بالنقط الفاتحه في الشكل وكما نرى تتداخل الموجتان المنبعثتان من المصدرين سويا تداخلا بناءا على الخطوط $OB^{-}، OB، OA$ .... الخ . ولهذا فان سعة الموجات التي تصطدم مع الحائط الأيمن عند النقط $B^{-}، B، A$ ... الخ تكون كبيره سوف تكون هذه النقط مناظره لبطون الموجات .

وعند فحص الشكل بتفصيل أكثر سنرى ان الموجتين تلاشي كل منهما الأخرى عند نقط معينه تقع على الخطين $OD^{-}، OD$. وعند مواضع الدوائر المفتوحة تلتقي قمة من احد المصدرين مع قرار من المصدر الاخر وتلاشي كل منهما الأخرى . وحيث ان إزاحة سطح الماء على الخطين $OD^{-}، OD$ تساوي صفرا ، فان نقطتي تقاطع هذين الخطين مع الحائط الأيمن هما عقدتان. لذلك لن توجد اية حركه موجيه عند النقط المرموز لها بالرمز D، ومن السهل إثبات ان هذه النقط هي دائما نقط حركه صفرية .

٦-٥ هدب التداخل الناتجه من مصدر مزدوج :-

سنقوم الان باشتقاق معادلة للشدة عند اية نقطه (ا) على الحاجز ودراسة المسافه الفاصلة بين هدبتي تداخل متجاورتين .الموجتان الواصلتان الى "P" تقطعان مسافتين مختلفتين S_1P ،، $_2S\ P$ أي أنهما تتراكبان بفرق في الطور يعطى بالمعادلة: $d = \frac{2p}{l}\Delta = \frac{2p}{l}(S_2P - S_1P)$

يفترض هنا ان الموجتين تبدأ من $S_2، S_1$ في نفس الطور لان هذان الشقان يقعان على بعدين متساووين عن شق المصدر S ، علاوه على ذلك تكون السعتان متساويتين عمليا إذا كان

الشقان S_2،S_1 متساويين في الاتساع ومتقاربين جدا أحدهما من الاخر .بذلك تووؤل مسالة ايجاد الشده المحصله في النقطه "P" الى المساله السابق مناقشتها حيث درسنا جمع حركتين توافقيتين بسيطتين متساويتي التردد والسعه ولكنهما مختلفتان في الطور بمقدار d.

وقد أعطيت الشده بالمعادلة التالية(١):..... $I \equiv A^2 = 4a^2 \cos 2\frac{d}{2}$

حيث a سعة كل من الموجتين على حده ،A محصلتها.

بقي علينا الان ايجاد قيمة فرق الطور بدلالة المسافه "X" وهي بعد النقطه المعينه عن النقطه المركزيه "P_0" على الستار ،والمسافه بين الشقين "d"وبعد الشقين عن الستار "D". فرق المسير هنا هو المسافه S_2A حيث رسم الخط المتقطع S_1A لكي يجعل النقطتين S_1A متساووين البعد عن P ،وعاده تجري تجربة يونج بحيث تكون المسافه "D" اكبر من d أوx ببضعة ألاف من المرات .

ومن ثم فان الزاويتين $q, -q$ تكونان صغيرتين جدا ومتساويتين عمليا ($\sin q = \sin q$) وبهذا يمكننا اعتبار المثلث s_1AS_2 مثلثا قائما وعليه فان فرق المسار يصبح $S_2A = d\sin q \equiv d\sin q$

بنفس التقريب هذا يمكننا اعتبار ان جيب الزاويه يساوي ظلها بحيث يكون : $\sin q \equiv \tan q = x\Delta$ وبناء على هذه الفروض :

فرق المسير $S_2P - S_1P = S_2A = \Delta = d\sin q = \frac{dx}{D}.....(2)$

$\therefore d = \frac{2p}{l}\Delta$

فرق الطور $\therefore d = \frac{2p}{l}\Delta.....(3)$

تبين المعادلة (١) إن الشده تصل الىقيمتها القصوى وقدرها $4a^2$ متى كان d مضاعفا صحيحا للمقدار $2p$ وهذا يحدث طبقا للمعادله (٣) عندما يكون فرق المسير مضاعفا صحيحا للطول الموجي l إذن .....

$x\frac{D}{d} = 0.l.2l.3l = ml$ $m = 0,1,2,3$

Wondershare PDFelement

أو $d = 0,2p,4p$

بعد أي نقطه مضيئة mعن الهدبه المركزيه "x" يعطى ب: $x_m = m l \frac{D}{d}$.....(4) للهدب الساطعة ، والقيمة الصغرى هي صفر .وهذا يحدث عندما يكون $d = p,3p,5p$ أي عندما يكون :

$$\Delta = \frac{l}{2}, \frac{3l}{2}, ... = (m + \frac{1}{2}) l$$

$$\therefore x \frac{d}{D} = \frac{l}{2}, \frac{3l}{2}, \frac{5l}{2}, ... = (m + 1/2) l \qquad m=0,1,2,3,.....$$

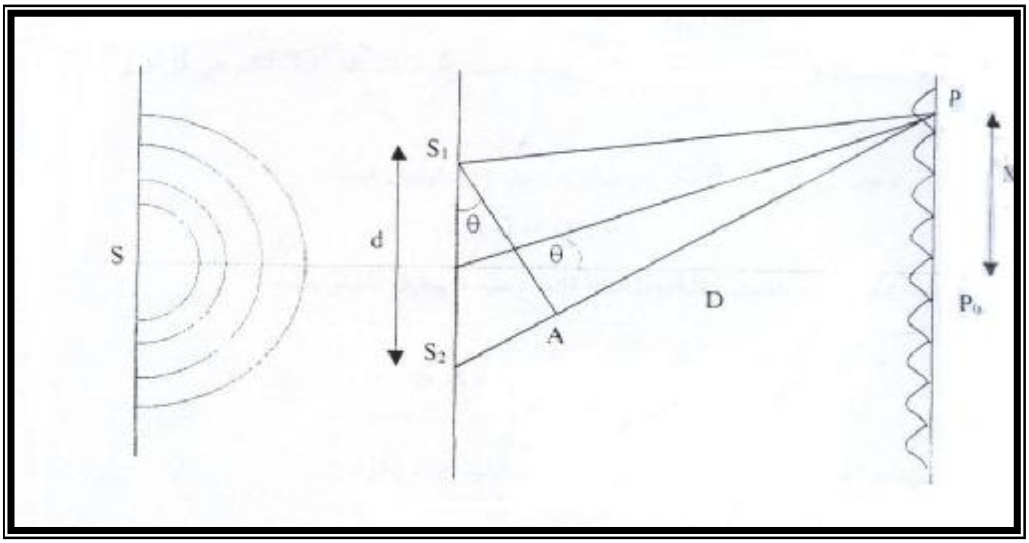
ويكون بعد أي نقطه مظلمه رقم "m" عن الهدب المركزيه يعطى ب: $x_m = (m + 1/2) l \frac{D}{d}$.....(5)

للهدب المظلمة ، العدد الصحيح "m" الذي يميز هدبه ساطعه يسمى رتبة التداخل ومن ثم فان الهدب ذات m=0,1,2,3,..... تسمى الرتبه الصفريه والأولى والثانيه ....الخ.

طبقا لهذه المعادلات نرى ان المسافه بين هدبتين متتاليتين على الستار والتي تستنتج تغيير "m" بمقدار الوحدة في أي من المعادلات (٤) و(٥) تساوي مقدار ثابت $(\frac{lD}{d})$.

كما ان مقدارها يتناسب طرديا مع المسافه بين الشقين والستار "D" عكسيا مع المسافه بين الشقين "d"وطرديا مع الطول الموجي " l " .ومن ثم فان معرفة مسافه انفصال الهدب تعطينا طريقه مباشره لتعيين l بدلالة كميات معلومه.

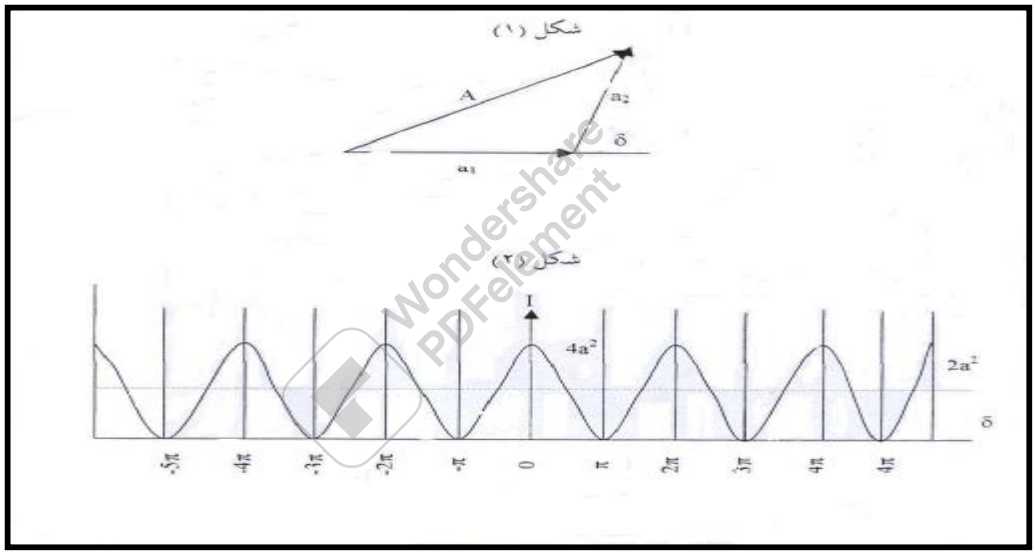
وتسمى المسافه الفاصله بين أي هدبتين متتاليتين مضيئتين او مظلمتين بعرض الهدبه ويرمز لها بالرمز(b) وتساوي $b = \frac{lD}{d}$.



٥-٧ توزيع الشدة في النظام الهدبي :-

لإيجاد الشدة على الستار على النقط الواقعة بين النهايات العظمى يمكننا تطبيق ألطريقه الاتجاهية لتركيب السعات والموضحة في الحالة الحاضره في الشكل(١) بالنسبة للنهايات العظمى تكون الزاويه $d = 0$ وتكون الشدتان $a_1 a_2$ متساويتين . واذا كانتا متساويتين فان محصلتها ($A = 2a$).

أما في حالة النهايات الصغرى فان a_1 و a_2 تكون متضادتي الاتجاه وبالتالي A=0 ، وعموما لأي قيمه للزاويه d تكون السعه المحصله "A" هي الضلع الذي يغلق المثلث . وعند ئذ تعطى قيمه "A^2" وهي مقياس للشده وهي تتناسب مع $COS^2 d/2$ في الشكل (٢) يمثل المنحنى السميك العلاقه البيانيه للشده مقابل فرق الطور.

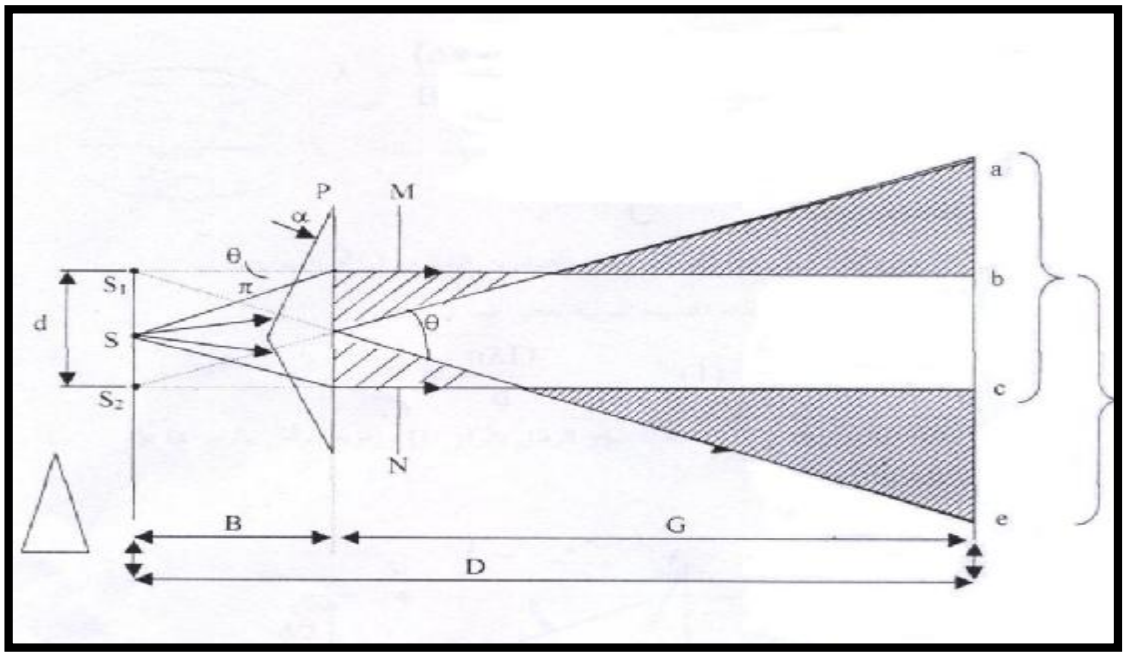


٥-٨ المنشور الثنائي لفرنيل :-

يقوم المنشور الرقيق "P" بكسر الضوء المنبعث من الشق "S" مكونا حزمتين متراكبتين as و be فإذا وضع ستاران M و N فان هدب التداخل يشاهد في المنطقة bc فقط.

وإذا أبدل الستار ae بلوح فوتوغرافي فإننا نحصل على صوره تشبه الصورة رقم ( ) .

الهدب المتقاربة في مركز ألصوره ناتجة من التداخل ، اماالهدب العريضة الواقعة عند حافة النمط فإنها ناتجة من الحيود. هذه الهدب العريضة تتكون بواسطة رأس المنشورين الذين تعمل كل منهما كحافة مستقيمة مما يؤدي إلى ظهور نمط، وإذا أزيل الستاران من MوNمن مسار الضوء فان المسارين يتراكبان في المنطقة ae بأكملها.



وكما في تجربة يونج يمكن تعيين الطول الموجي للضوء من قياسات هدب التداخل الناتجة بالمنشور الثنائي . فإذا كانت CوB بعدا المصدر والستار عن المنشور "P" على الترتيب ، dالمسافة بين الصورتين التقديريتين S_1وS_2 وكانت ΔX هي المسافة بين هدبتين متتاليتين على الستار؛ فان الطول الموجي يعطى بالعلاقة : $l = \frac{(\Delta X)d}{B+C}$ و $B+C=D$ و $(\Delta X) = l\frac{D}{d}$

إذن الصورتان S_1وS_2 تقومان بعمل المصدرين الشقين في تجربة يونج .والمسافه بين الهدبه المركزيه والهدبه المضيئه النونيه تعطى ب:-

$$X = \frac{n l D}{d} .....(1)$$

فلو رمزنا لمعامل الانكسار للضوء في ماده المنشور الرقيق بالرمز m وزاوية الراس بالرمز a فان الانحراف في المنشور يعطى ب:

$$q = a\ (\ m\ - ١)$$

$\therefore\ q$ صغيرة

$$\therefore \tan q \cong q$$

$$\therefore d = 2yq \quad \text{.....(٢)} \qquad = \frac{d}{\frac{2}{y}} = \frac{d}{2y}$$

qبالتقدير الدائري

∴ المسافه بين الهدبه المضيئه المركزيه والهدبه المضيئه النونيه :

$$x = \frac{nlD}{d} = \frac{nlD}{2yq} = \frac{nlD}{2y[a(m-1)]}$$

حيث q و a مقاستان بالتقدير الدائري.

واذاكانت قيم كلا من a, m و Dمعلومة امكن حساب الطول الموجي l .

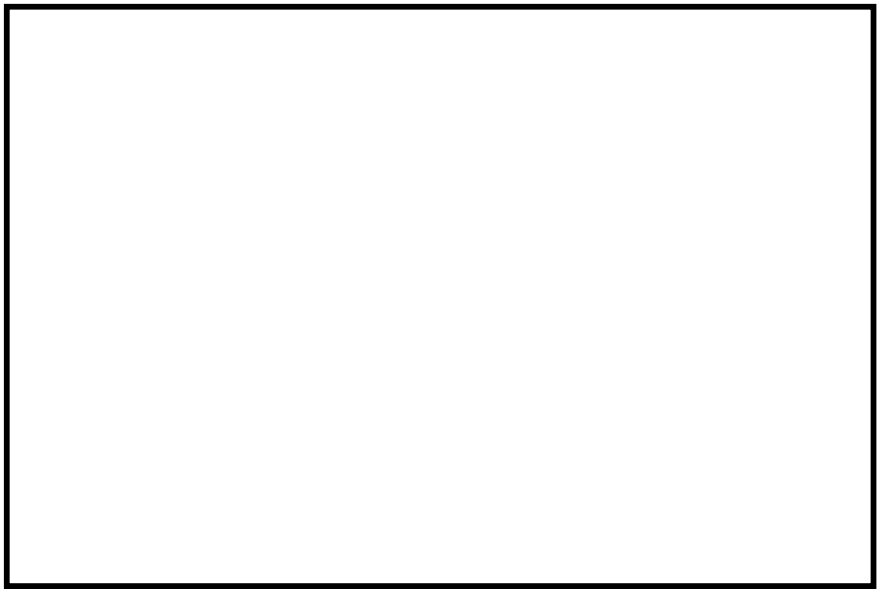
٥-٩ مقياس التداخل لمايكلسون :-

من المناسب تقسيم أجهزة التداخل إلى قسمين رئيسيين:-

- أجهزة مبنية على أساس إنقسام الجبهة الموجية .
- أجهزة مبنية على أساس إنقسام السعة

الأمثلة السابقة تنتمي جميعها إلى القسم الأول الذي تنقسم فيه الجبهة الموجية جانبيا إلى جزئين بالمرايا أو الأحجبة .من الممكن أيضا أن تنقسم الموجة بالإنعكاس الجزئي حيث تحتفظ الجبهتان الموجيتان الناتجتان بالإتساع الأصلي ولكن سعتهما تقلان قليلا .

يعتبر مقياس التداخل لما يكلسون مثالا هما لهذا القسم ، هنا ترسل الحزمتان الناتجتان من انقسام السعة في إتجاهين مختلفين تماما إلى مرآتين مستويتين ثم يجمعان مرة أخرى لتكوين هدب التداخل .



Wondershare PDFelement

الأجزاء الرئيسية في هذا االجهاز عبارة عن مرآتين مستويتين مصقولتين صقلا جيدا M1وM2 لوحين زجاجيين متوازيي السطحين G1وG2 . وفي بعض الأحيان يفضض السطح الخلفي للوح G2 تفضيضا خفيفا بحيث ينقسم الضوء الأتي من S إلى (١) حزمة منعكسة . (٢) حزمة نافذة مساوية في الشدة للأولى .

الضوء المنعكس عامودياً من المرآة M1 يمر خلاله مرة ثالثه ويصل إلى العين . كذلك يمر الضوء المنعكس من المرآة M2 خلال G2 للمرة الثانية ثم ينعكس من سطح G2 ليصل إلى العين كذلك .

الغرض من اللوح G2ويسمى اللوح المعادل ، هو جعل مسيرة الحزمتين في الزجاج متساويتن .هذا ليس أساسيا لتكوين الهدب في الضوء وحيد اللون ولكن لاغنى عنه عندما يستخدم الضوء الابيض.

المرآة M1 مركبة على عربة C ويمكن تحريكها على طول طريق القضبان T. هذه الحركة البطيئة المحكومة بدقة تتحقق بواسطة مسمار تحوي V . معاير لتعيين المسافة المضوبطة التي تتحركها المرآة .

وللحصول على الهدب تضبط المرأتان M1 M2 بحيث تتعامد تماما إحدهما على الأخرى بالاستعانة بالمسامير الموضحة خلف المرآة M2 . حتى إذا أجريت عمليات الضبط السابقة فإن الهدب لن ترى إلا إذا تحقق شرطان هامان :

أولا: يجب أن ينبع الضوء من مصدر ممتد ذلك أن المصدر أو الشق المستخدمان في التجارب السابقه لن يؤديا إلى تكون النظام الهدبي المطلوب في هذه الحالة . وسوف يتضح السبب في ذلك عند دراسة منشأ الهدب .

ثانيا: يجب أن يكون الضوء عموما وحيد اللون أو قريب من ذلك هذا صحيح على وجه الخصوص عندما تكون المسافتان من M1 M2 إلى اللوح G1 مختلفتين بدرجة كبيرة . وبالنظر إلى المرآةM1خلال اللوح G1 سوف يرى المرء أن المرآة مليئة بالضوء .

وللحصول على الهدب تكون الخطوة التالية هي مقياس المسافة من كل من M1 M2 إلى السطح الخلفي للوح G1بشكل تقريبي وذلك بإستخدام مسطرة مليمترية وتحريك M1 إلى أن تتساوى هاتان المسافتان في حدود فرق قدرة مليمترات قليلة . بعدئذ تضبط المرآة M2 لتصبح عمودية على M1وذلك بمشاهدة صور دبوس أو أي شي حاد موضوع بين المصدر واللوح G1 . عندئذ سوف يرى زوجان من الصور أحدهما ناتج من الإنعكاس على السطح الأمامي للوح G1 والأخر ناتج من الإنعكاس على سطحه الخلفي . عندما تدار المسامير التي تتحكم من وضع M2 إلى أن ينطبق أحد الزوجين على الأخر مباشرة يجب إن تظهر هدب التداخل .

لكن هذه الهدب عند ظهورها لن تكون واضحة مالم تكن العين مركزة على السطح الخلفي للمرآة M1 أو قريبة منه ، ولذلك يجب على المشاهد إن ينظر باستمرار إلى هذه المرآة أثنا البحث على الهدب . بعد أن تظهر الهدب واضحة يجب إدارة المسامير بحيث يزداد عرض الهدب باستمرار . وفي النهاية سوف نحصل على مجموعة من الهدب الدائرية المتمركزة وتكون المرآة M2 إذا كانت الأخيرة تميل على اللوح G1 بزاوية قدرها ٤٥ درجة

٥-١٠ الهدب الدائرية :-

تنتج هذه الهدب بواسطة الضوء وحيد اللون عندما تكون المرآتان في الوضع المضبوط تماما ، وهي الهدب المستخدمة في معظم أنواع القياسات التي ترجى بمقياس التداخل . ويمكن فهم منشأها بالرجوع إلى الرسم التخطيطي الموضح في الشكل وقد استبدلت المرآة الحقيقة M2هان بصورتها التقديريه M2 المتكونة بالانعكاس في G1. إذا M2موازية للمرآة M1 ونظرا للإنعكاسات المتعددة في مقياس التداخل الحقيقي يمكننا الآن أن نعتبر المصدر الممتد الموجود عند L خلف المشاهد ، وانه يكون صورتان تقديريتين L1 L2 في M1 M2 . هذان المصدران متماسكان بمعنى أن أطوار النقط المتناظرة في الاثنين متساوية تماما طوال الوقت . فإذا كان Dيمثل المسافة M1 M2فإن المسافة بين المصدرين تكون 2D .وعندما تكون المسافة Dعددا صحيحا من الأطوال الموجية الكاملة فإن جميع الأشعة المنعكسة عموديا على المرآة تكون متطاورة . لكن الأشعة الموجية المنعكسة بأية زوايا أخرى سوف لا تكون متطاورة عموما .

بالرجوع على الشكل يمكننا أن نقول أن فرق المسير بين الشعاعين الواصلين إلى العين من نقطتين متناظرتين $P^{-}P^{--}$ هو $2DCOSq$. هذا ولابد أن تكون الزاوية q بالضرورة متساوية للشعاعين عندما تكون المرآة M1موازية للمرآة M2لكي تكون الأشعة متوازية ومن ثم فإذا كانت العين متكيفة لاستقبال الأشعة المتوازية فإن الأشعة سوف تقوي بعضها البعض لتكوين نهايات عظمى عند تلك الزوايا التي تحقق المعادلة $2DCOSq = Ml$

وحيث أن الزاوية q ثابتة للقيم الثابتة للمقادير l و Mو D فإن النهايات العظمى تقع في صورة دوائر حول طرف العمود الممتد من العين إلى المرآتين . بفك جيب التمام يمكننا أن نثبت من المعادلة السابقة إن أنصاف أقطار الحلقات تتناسب مع الجذور التربيعية للأعداد الصحيحية كما في حالة حلقات نيوتن . هذا ويتبع توزيع الشدة عبر الهدب المعادلة

$$I \cong A^2 = 4a^2 COS^2 \frac{d}{2}$$:

التي يعطى فيها الطور بالمعادلة التالية

$$d = \frac{2p}{l} 2dCOSq$$

الهدب من هذا النوع الذي تتداخل فيه حزمتان يتحدد فرق الطور بينهما بزاوية الميل q تعرف عادة باسم متساوية الميل .

وبعكس النوع الذي سيوصف في هذا القسم يمكن أن يظل هذا النوع من الهدب مرئيا في ندى واسع جدا من فروق الطور .

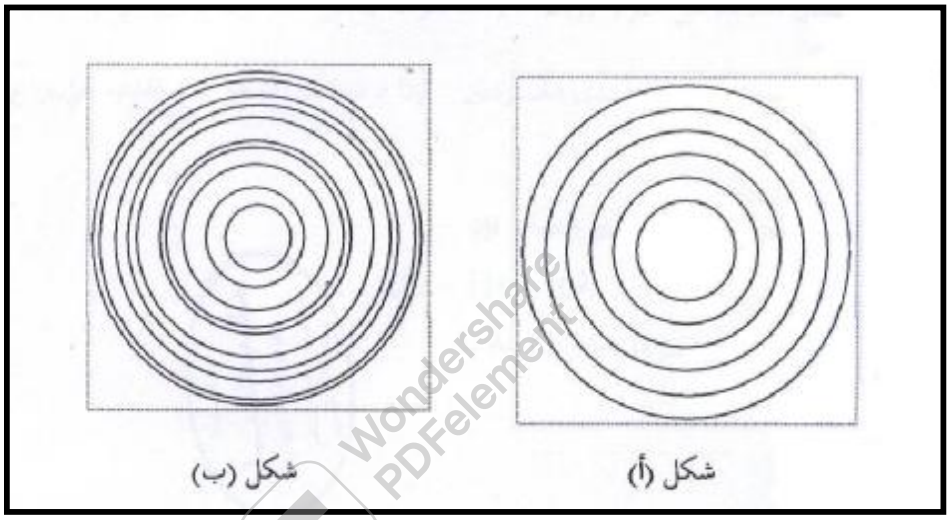
الشكل التالي يوضح كيف تظهر الهدب الدائرية في ظروف مختلفة إذا بدأنا بالمرآة M1 في وضع يبعد عدة سنتيمترات عن M2فإن المظهر العام للنظام الهدبي سيكون كما هو موضح في P حيث تكون الهدب متقاربة جدا بعضها من بعض . وإذا حركنا الأن M1ببطء تجاه M 2 بحيث تتناقص المسافة D فإن المعادلة $2DCOSq = Ml$ ، تبين أن هذه الهدبة معينة ذات قيمة معينة للرتبة M بحيث ينقص قطرها لأن حاصل الضرب $2DCOSq$

يجب أن يظل ثابت . ومن ثم فإن الحلقات تختفي في المركز على التوالي ، وتختفي حلقة واحدة في كل مرة تنقص فيها المسافة 2D بمقدار l ، أو تنقص فيها D بمقدار $COSq = 1$هذا ينتج من حقيقة أن $COSq = 1$ عند المركز بحيث تتحول المعادلة السابقة إلى $2D = Ml$

FOR M=1,2D= l ,D= $\frac{l}{2}$

لكي تتغير الرتبة M بالوحدة يجب أن تتغير D بمقدار $\frac{l}{2}$ وألان كلما ازدادت M1قربا من M2 يزداد انفصال الحلقات زيادة مضربة كما هو مبين في الشكل ب حتى تصل في النهاية إلى موضع حرج تمتد فيه الهدبة المركزية لتغطي مجال المنظر بأكمله

هذا يحدث عندما تنطبق M1/M2تماما ذلك لأنه من الواضح أن فرق المسير في هذه الظروف يساوي 0لجميع زوايا السقوط وإذا استمرت المرآة في الحركة فإنها تمر من الواقع بالمراة M2 وعندئذ تظهر هدب منفصلة بمسافات كبيرة وتبدأ الهدب في هذه الحالة وتمتد إلى الخارج هذه الهدب تصبح أكثر تقاربا كلما ازداد فرق المسير .



٥-١١ الحيود :-

يقال إن الضوء يسير في خطوط مستقيمة . فعند مرور الضوء خلال فتحتين في سور نتوقع إن نرى حزمتين ضوئيتين خارجتين من الفتحتين كما هو مبين في الشكل (ا) ونتيجة لذلك لابد أن تظهر بقعتان ساطعتان AوB على الحائط المواجه للسور . وهذاهوما يشاهد بالفعل .وبالرغم من ذلك فان الموقف يختلف تماما إذا كانت الفتحتان ضيقتين ومتقاربتين جدا كما في حالة الشق المزدوج .عندئذ لن تظهر صورتان متميزتان وبدلا من ذلك سنرى نمط التداخل الموضح في الجزء (ب) من الشكل .

Wondershare PDFelement

٥-١١-١حيود فرنيل وحيود فرانهوفر:-

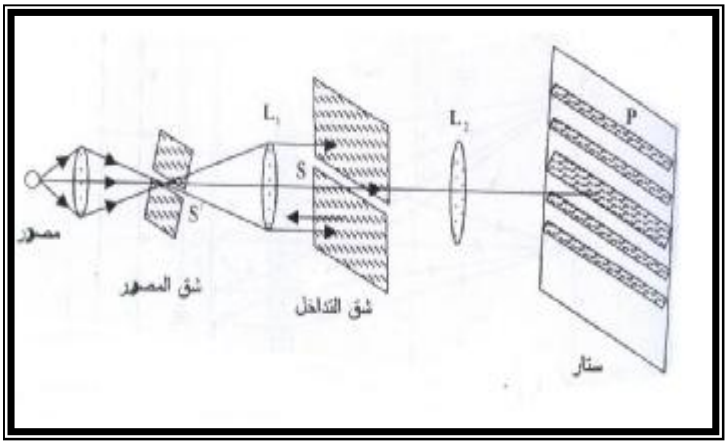
عندما تمر جزمة ضوئية خلال شق صغير فإنها تنتشر إلى حد ما في منطقة الظل الهندسي ، هذه الظاهر تسمى الحيود . أي فشل الضوء في أن يسير في خطوط مستقيمة

حيود فرانهوفر	حيود فرنيل
١ -تكون المسافة للمصدر كذلك الحائل على مسافات كبيرة جداً غير محدودة من الفتحة .	١ - يكون المصدر الضوئي كذلك الحائل المعد لإستقبال الحيود على مسافات صغيرة محدودة
٢ -يكون صدر الموجات مستوية	٢ -صدر الموجات منفرجة إما كروية أو دائرية .
٣ - الأشعة الحائدة تلاحظ بواسطة العدسات .	
٤ -الاستنتاج الرياضي سهل	الملاحظات :
٥ -يكون منتصف الشكل الناتج دائماً مضيء وله إضاءة عظمى .	تتم بدون استعمال عدسات .
	استنتاج الرياضي دائما معقد .
	منتصف الشكل الناتج عن الحيود يكون مضيء ومرة أخرى مظلم .

Wondershare PDFelement

يمكن مشاهدة حيود فرانهوفر عمليا بسهولة بتحويل اضوء المنبعث من مصدرما إلى حزمة متوازية بإستخدام عدسة تم تركيزها بؤريا على ستار بإستعمال عدسة أخرى خلف الفتحة .

٥-١١- ٢الحيود بواسطة شق أحادي :



الشق هو فتحة طولها كبير بالنسبة إلى عرضها . إعتبر الشق S وقد وضع كما هو مبين في الشكل بحيث كان بعده الكبير I مستوى الصفحة . نفترض أنه مضاء بحزمة ضوئية متوازية وحيدة اللون منبعثة من الشق الصغير S'

الذي يقع في البؤرة الأساسية للعدسة L1 . إذا وضعت عدسة اخرى L2 خلف الشق S فإنها سوف تركز الضوء بؤريا على ستار مزدوج ، فوتوغرافي P في بؤرتها الأساسية وبذلك يتكون نمط حيود من الممكن تفسير نمط حيود الشق الأحادي على أساس تداخل موجات هينجز الثانوية التي يمكننا اعتبارها من كل نقطة على الجبهة الموجية في خط وجودها في مستوى الشق يمثل الشكل مقطع شق اتساعه (b) يسقط عليه ضوء متوازي من الجانب الأيسر . لنفرض أن "ds" عنصر من عرض الجبهة الموجية في مستوى الشق وأنه يبعد مسافة قدرها s عن المركز الذي سوف نسميه نقطة الأصل عندئذ سوف تتجمع أجزاء كل موجة ثانوية تسير في الاتجاه العمودي على مستوى الشق في النقطة p0 بينما تصل الأجزاء الأخرى التي تسير بأي زاوية أخرى J إلى النقطة p.فإذا ركزنا اهتمامنا على الموجة الأولى المنبعثة من العنصر ds الموجود في نقطة الأصل فإن سعتها سوف تتناسب طرديا مع طول ds ، وعكسيا مع المسافة xومن ثم فإن هذه الموجة سوف تنتج إزاحة متناهية في الصغر في النقطة p.

وعن حالة الموجات الكروية يمكن التعبير عن هذه الإزاحة كالتالي :

$$dy_0 = \frac{ads}{x}\sin(wt - kx)$$

سعة الموجة الأولى المنبعثة من العنصر ds الموجود في نقطة الأصل (o)

بتغيير موضع dsسوف تتغير الإزاحة في الطور بسبب اختلاف طول المسير إلى النقطة p. وعندما يوجد هذا العنصر على بعد s تحت نقطة الأصل عندئذ سوف تكون الإزاحة كالتالي :

$$dy_s = \frac{ads}{x}\sin[wt - k(x + \Delta)]$$

$$\Delta = s\sin q$$

$$= \frac{ads}{x}\sin(wt - kx - ks\sin q)$$

نريد ألان جمع تأثيرات جميع العناصر ابتداء من إحدى مسافتي الشق إلى حافته الأخرى هذا يمكن تحقيقه بتكامل المعادلة ١من s=-b/2إلى +b/2

Wondershare PDFelement

وأبسط طريقة لذلك بأن تكامل الإسهامات الناتجة من أزواج العناصر ذات المواضع المتماثلة s+،-s وعندئذ يكون كل إسهام كالتالي

$$dy = dy_{-s} + sy_{+s}$$
$$= ads[\sin(wt - kx - ks\sin q + \sin(wt - kx = ks\sin q))]$$

من المتطابقة نجد أن :

$$\mathbf{Q}\sin a + \sin b = 2\cos\frac{1}{2}(a - b)\sin\frac{1}{2}(a + b)$$
$$\therefore dy = \frac{ads}{x}[2\cos(ks\sin q)\sin(wt - kx)]$$

التي يجب أن تكامل من s=0إلى s=d/2 وفي هذه العملية يجب اعتبار xثابتة لأنها تؤثر على الإزاحة .

$$y = \frac{2a}{x}\sin(wt - kx)\int_0^{b/2}\cos(ks\sin q)ds$$
$$= \frac{2a}{x}\left[\frac{\sin(ks\sin q)^{b/2}}{k\sin q}\right][\sin(wt - kx)]$$

وعليه فإن الاهتزاز المحصل هو حركة توافقية بسيطة تتغير سعتها مع موضع p لأن الأخير يتغير بقيمة q وهكذا يمكن تمثيل سعتها كما يلي :

$$A = \frac{ab}{x}\frac{\sin(1/2kb\sin q)}{1/2kb\sin q}$$

بوضع المقدار A0=ab/x

$$b = \frac{1}{2}kb\sin q = \frac{pb\sin q}{l}, k = 2p / l$$

الكمية b متغير وهي مثل نصف فرق الطور بين الإسهامين الناتجين من حافتي الشق وعلى ذلك فإن الشدة على الستار هي $I = \cong A^2 = A_0^2\frac{\sin^2 b}{b^2}$

ملاحظه:

∴ فرق المسار بين الإسهامين الناتجين من حافتي الشق (Δ) وعليه فإن فرق الطور $\Delta = b\sin q$

نستنتج أن الكمية

$$d = \frac{2p}{l}b\sin q$$
$$b = \frac{pb\sin q}{l}$$

تمثل نصف فرق الطور بين الإسهامين النتاجين من حافتي الشق .

إذا لم يكن الضوء ساقطا على الشق في اتجاه عمودي على مستواه بل كان يصنع زاوية ما (i) فإن

b تعطى بـــ: $b = \frac{pb(\sin q + \sin i)}{l}$

وعند b تكون صغيرة جدا فإن $\sin b$ يقترب من b وعليه فإن $\sin b / b = 1$

عند $b = 0, A_0 = A$ ، وعل ذلك فإن ثابت A_0 يمثل السعة عندما تصل الموجات متطاورة ، وعليه فإن A_0^2 تمثل قيمة الشدة القصوى وهي توجد في مركز النمط .

بابتعادها عن هذه النهاية العظمى الرئيسية تقل لشدة تدريجيا إلى أن تصل إلى الضوء عند $b = \pm p$ ثم تمر بعدة نهايات عظمى ثانوية تفصلها نقط صفرية الشدة على أبعاد متساوية بعضها من بعض عند $b = \pm p, \pm 2p, \pm 3p$ ومع ذلك يجب أن نلاحظ أن النهايات العظمى الثانوية لاتقع في منتصف المسافة بين هذه النقط تماما ولكنها مزاحة نحو مركز النمط بمقدار يقل مع زيادة m.

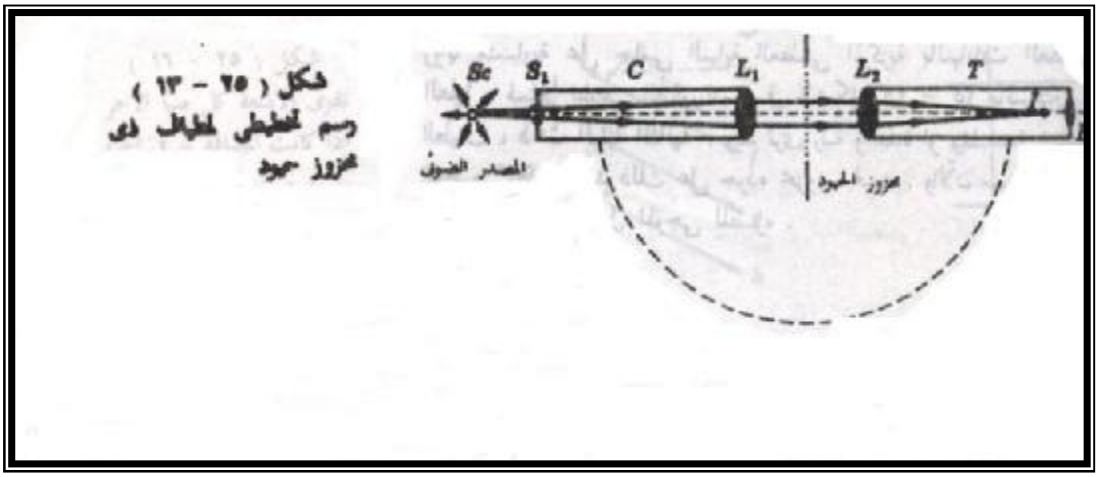
٥-١٢ محزوز الحيود:-

يستخدم محزوز الحيود عادة لقياس الطول الموجي للضوء بدقه كبيره ويسمى الجهاز المبني لهذا الغرض المطياف ذو محزوز الحيود .

المحزوز :- عبارة عن عدد كبير من الشقوق المتوازية في ستار معتم منتظمة البعد عن بعضها البعض.

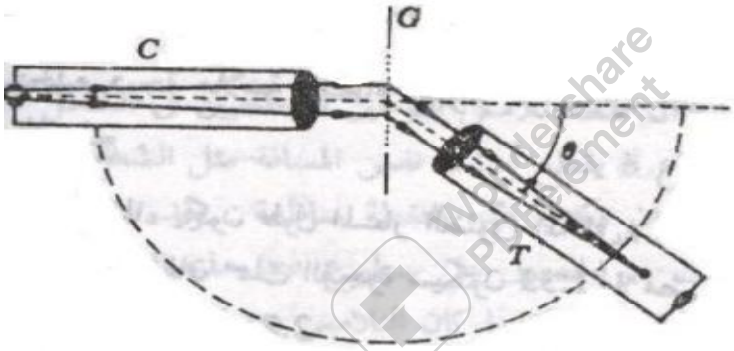
ويحتوي المحزوز العادي على ١٠,٠٠٠ شق في مسافة قدرها ١cm. وعليه فان المسافة d بين مركزي شقين متجاورين ستكون ٠,٠٠٠١cm وسوف نرى أن عمل هذا الجهاز لايختلف كثيرا عن شقوق يونج المزدوجة.

يمثل الشكل التالي رسما تخطيطيا لمطياف معتاد ذي محزوز حيود .يضيء الضوء من المصدر scالشق s1 الموجود في نهاية أنبوبة c تسمى الميزاء (أي موجة الاشعه) وهي تستخدم لجعل الاشعه متوازية . ويتم ذلك بان توضع العدسة L1 في موجة الاشعه بحيث تكون S1 في بؤرتها ولهذا فان الضوء الخارج من الشق يتحول إلى ضوء متواز أي مسدد بواسطة العدسة L1 وتمر هذه الحزمة الضوئية المتوازية بعد ذلك في محزوز الحيود وتدخل التلسكوب Tوتكون العدسة L2 صوره للشق عند I وتشاهد هذه الصورة في العدسة العينيه E .



شكل (٢٥ - ١٣)
رسم تخطيطى لمطياف ذى
منشور حيود

التلسكوب مصمم بحيث يمكن ادارته بزوايا معلومه بدقه كما هو مبين في الشكل التالي :



وبالطبع عندما تكون الزاوية q صفرا يرى المشاهد صوره واضحة لشق موجة الاشعه وتسمى هذه الصورة بأسماء مختلفة هي النهاية العظمى المركزية ،النهاية العظمى ذات الرتبة الصفريه ، الصورة المركزية.

ويلاحظ ان لون هذه الصورة هو نفس لون المصدر الضوئي ،فإذا استخدم الضوء الأبيض فان الصورة تكون بيضاء .

وعندما تتطابق الشعيرتين المتعامدتين الموجودتين في التلسكوب مع هذه الصوره تكون الزاويه qفي الشكل صفرا.

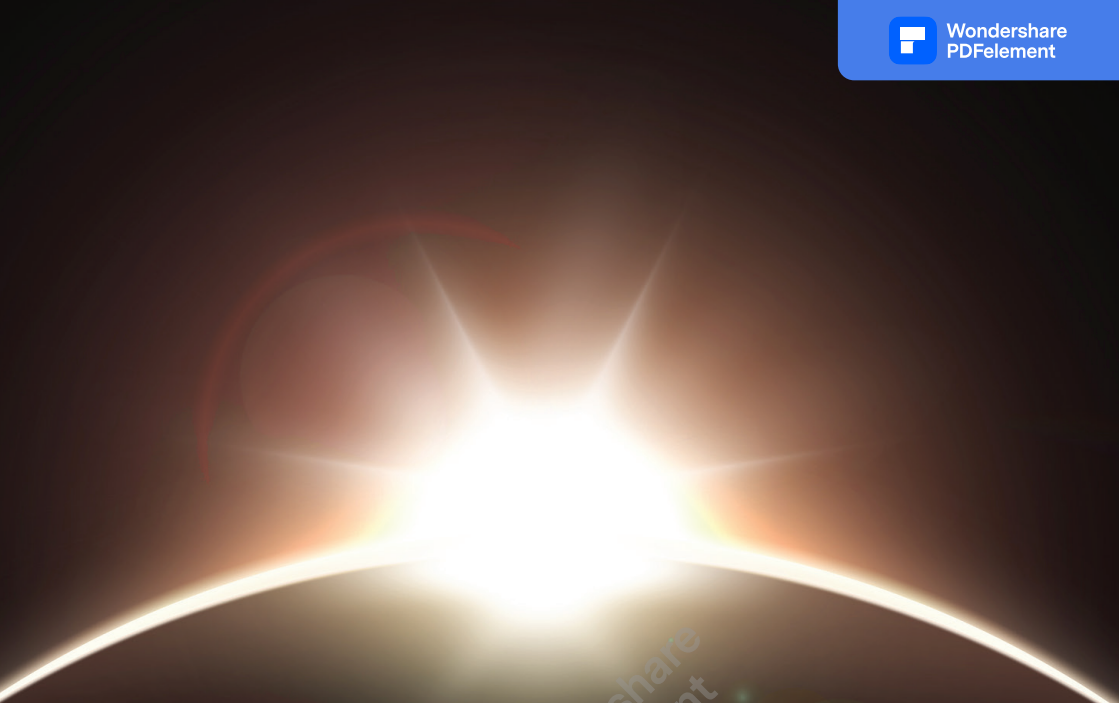
من المتوقع ان تتشابه ظواهر التداخل المشاهده بواسطة مثل هذا الجهاز عديد الشقوق الى حد ما مع تلك الظواهر التي تشاهد بواسطة الشق المزدوج . وهذا صحيح بالفعل ومع ذلك فان نمط الحيود

Wondershare
PDFelement

المشاهد في حالة محزوز يحتوي على الاف الشقوق اكثر حده من النمط المتكونفي حالة الشق المزدوج وعند استخدام الضوء الاصفر المنبعث من القوس الصوديومي لاضاءة شق موجة الاشعه ستشاهد نمط شدة الضوء المبين في الشكل كداله في الزاوية q.

Wondershare
PDFelement

Wondershare PDFelement



Wondershare PDFelement

السنة الدولية
للضوء ٢٠١٥

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

هاتف: ٠١١٤٨٨٣٤٤٤ - ٠١١٤٨٨٣٥٥٥
فاكس: ٠١١٤٨٨٣٧٥٦
ص.ب. ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية

إصدارات المدينة: publications.kacst.edu.sa
البريد الالكتروني: awareness@kacst.edu.sa
مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الرقم: ٣٦٠٧٠٣

Wondershare
PDFelement

المراجع

١- مذكرة البصريات الهندسية للاستاذ الدكتور /عماد على عامر
٢- مذكرة الضوء الطبيعى اعداد/ قسم الفيزياء- كلية العلوم -جامعة جنوب الوادى
٣- كتاب البصريات الفيزيائية.pdf#موقع الفيزياء.كوم
٤- كتاب الضوء في حياتنا #موقع الفيزياء.كوم
٥- كتاب الطبيعة الموجية للضوء

Wondershare
PDFelement