الاهتزازات والموجات

7–1 الحركة الدورية Periodic Motion

الحركة الاهتزازية " الدورية " :هي أي حركة تتكرر في دورة منتظمة مثل : البندول . تذبذب جسم مثبت في نابض-الرنين

+ موضع الاتزان يعني أن تكون القوة المحصلة على جسم متحرك حركة دورية يساوي صفراً.

الحركة التوافقية البسيطة :الحركة التي تحدث عندما تتناسب القوة المعيدة المؤثرة في جسم طردياً مع إزاحة الجسم عن موضع الاتزان

←توصف الحركه التوافقية البسيطة بكميتين :

الزمن الدوري : هو الزمن الذي الذي يحتاج إليه الجسم ليُكتمل دورة كاملة ذهاب و اياب .

سعة الاهتزازة :أقصى مسافة يتحركها الجسم مبتعداً عن موضع الاتزان .(A)

الكتلة المعلقة بنابض The Mass on a Spring

الطاقه الحركيه :

***قانون هوك :نصه : القوة التي يؤثر بها نابض تتناسب طردياً مع مقدار استطالته .**

العلاقة الرياضية :

قانون هوك $F = -kx$

القوة التي يؤثر بها نابض تساوي حاصل ضرب ثابت النابض في المسافة التي يستطيلها أو ينضغطها النابض عن موضع اتزانه.

تنبية : الاشارة السالبة تعني أن القوة قوة إرجاع (يعني استطالته)

F : القوة وتقاس بوحدة [N] نيوتن .

K : ثابت النابض وحدتة [N/m] (تعتمد على صلابه النابض)

X : إزاحة النابض وحدتة [m]

++النوابض التي تحقق قانون هوك تسمى : (نوابض مرنه) ++

طاقة الوضع المرونية في نابض (PEsp)

طاقة الوضع المرونية في نابض $PE_{sp} = \frac{1}{2} kx^2$

طاقة الوضع المرونية في نابض تساوي نصف حاصل ضرب ثابت النابض في مربع إزاحته.

+ وحدتها جول + (لانها تعتبر طاقه و كل الطاقه وحدات قياسها جول)

هام جدا : الزمن الدوري للنوابض يعتمد على مقدار كتله الجسم و مرونه النابض

+ من التطبيقات على طاقه الوضع المرونيه (السيارات) ف تحتوي مقدمتها على نوابض بحيث عند اصطدامها تنضغط للداخل ثم تعود للامام مرة اخرى

البندول البسيط Simple Pendulums

االبندول البسيط :أداة توضح الحركه التوافقية البسيطة ويتكون من جسم صلب (ثقل البندول) معلق بخيط و يشد فيتأرجح ذهاب و ايابا
++ يستخدم في حساب تتسارع الجاذبية الأرضية ++
*** في اقصى شد له لليمين أو اليسار تكون القوة المحصله له و تسارعه اكبر ما يمكن بينما سرعته المتجهة صفر**
*** في موضع الاتزان (الوسط) تكون لقوة المحصله و التسارع صفر و السرعه المتجهة اكبر ما يمكن**
*** القوة المحصله هي قوة ارجاع اي تكون دائما معاكسه لاتجاه ازاحه البندول**

يحسب الزمن الدوري من العلاقة الرياضية التالية .

الزمن الدوري للبندول $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

الزمن الدوري للبندول يساوي 2π مضروبة في الجذر التربيعي لحاصل قسمة طول خيط البندول على تسارع الجاذبية الأرضية.

***T*:الزمن الدوري يقاس بوحدة [*S*] ثانية**
***L*:طول خيط البندول وحدته [*m*]**
***g*:تتسارع الجاذبية الأرضية تقاس $[m/s^2]$**

++ هام جدا الزمن الدوري للبندول يعتمد على طو الخيط و تسارع الجاذبيه و ليس الكتله و سعه الاهتزاز كما في النوابض ++

الرنين Resonance

الرنين : شكل من اشكال الحركه التوافقيه البسيطه يحدث عندما تؤثر قوى صغيرة في جسم متذبب أو مهتز في فترات زمنيه منتظمه بحيث تؤدي الى زياده سعه الاهتزاز أو الذبذبه

+ أمثلته : 1- الأرجوحه 2- تحريك السيارة للامام و الخلف عند انغراسها بالرمل 3- القفز المتواتر على لوح القفز ف المسبح

اذن للحركه التوافقيه البسيطه و الدورية 3 أشكال : النوابض : البندول البسيط : الرنين

2-7 خصائص الموجات Waves Properties

الموجة : اضطراب يحمل الطاقة خلال المادة أو الفراغ

الموجات الميكانيكية Mechanical Waves

- الموجات الميكانيكيه : هي الموجات التي تحتاج الى وسط ناقل مثل الماء أو الهواء (موجات الماء و الصوت و الموجات التني تنتقل خلال حبل أو نابض)

-النبضه الموجيه : ضربه مفرده او اضطراب ينتقل خلال الوسط .
-الموجه الدوريه : هي الموجه التي تنتشر لأسفل و لاعلى بالمعدل نفسه .

أنواع الموجات الميكانيكية

1- المستعرضة :موجة تتذبذب عمودياً على اتجاه انتشار الموجة . مثل : الموجات التي تنتقل ف الحبل .
2- الطولية :موجة ينتقل فيها الاضطراب في اتجاه حركة الموجة نفسها (موازي لها) .مثل :موجات النابض+الموجات الصوتيه
3-السطحية :موجة ناتجة عن حركة دقائق الوسط في كلا الاتجاهين الموازي للموجه نفسها والمتعامد مع اتجاه انتشارها .(لها خصائص الموجات الطوليه و المستعرضه) مثل : موجات الماء ف البحار .
+مصدر طاقه موجات الماء يأتي من العواصف التي بدورها استمدت طقتها من اشعه الشمس +

قياس الموجة

Measuring a Wave

خصائص الموجات :

السرعة : وتعتمد على الوسط الذي تنتقل الموجة خلاله . $V=d/t$

السعه : (هي الازاحه القصوى للموجه عن موضع اتزانها)
تعتمد على كيفية توليدها وليس السرعه و لزياده السعه يجب بذل شغل اكبر

الطور :الاتفاق في الطور عندما تكون المسافة بين نقطتين في الموجة تعادل مضاعفات صحيحة للطول الموجي وعندما يكونان الازاحة والسرعة لجسمين في وسط ما نفسها فإن لهما الطور نفسه .
الاختلاف في الطور : بين القمة والقاع 180°درجة . وعند اختلاف السرعة والازاحة لجسمين متعاكسين في وسط ما فإنهما مختلفين في الطور 180° درجة .

الطول الموجي :
هو أقصر مسافة بين أي نقطتين بحيث يتكرر نمط الموجة نفسه .
ملاحظة : قمة الموجة : أعلى نقطة في الموجة , قاع الموجة : أسفل نقطة في الموجة .
رمز الطول الموجي (لمدا)

الزمن الدوري والتردد
***F*: التردد ويقاس بهيرتز [*Hz*] (عدد الاهتزازات الكاملة التي يتمها الجسم المهتز في الثانية الواحدة)**
***T*: الزمن الدوري ووحدته[s] (الزمن الذي يكمل فيه الجسم المهتز دورة كامله)**

تردد الموجة $f = \frac{1}{T}$ تردد الموجه يساوي مقلوب زمنها الدوري.
طول الموجة $\lambda = \frac{v}{f}$ الطول الموجي للموجة يساوي سرعتها مقسومة على ترددها.

ويعتمد الزمن الدوري للموجة وترددها على مصدرها فقط، ولا يعتمدان على الوسط الذي تنتقل خلاله أو على سرعة الموجة.

العلاقة بين الطول الموجي (λ) والتردد (*f*) علاقة عكسية .

++ يمكن وصف أي موجه بالسرعه و السعه أما الزمن لدوري و التردد فقط يوصفون الموجه الدوريه ++

تمثيل الموجات : بياني أو نقطي أو تصويري

من المهم أن تتذكّر أن سعة الموجة الميكانيكية هي التي تحدّد مقدار الطاقة التي تحملها الموجة، بينما يحدّد الوسط وحده سرعة الموجة.

7–3 سلوك الموجات Waves Behavior

عندما تصل موجة إلى الحد الفاصل بين وسطين فإنها غالبًا تنعكس وترتد إلى الخلف داخل الوسط نفسه.
وفي حالات أخرى تمر الموجة كلها أو جزء منها خلال الحد الفاصل إلى وسط آخر، ويتغير اتجاهها عند الحد الفاصل.
وبالإضافة إلى ذلك ينتج العديد من خصائص سلوك الموجة عن الحقيقة التي تنص على أنه: يمكن أن يكون هناك موجتان أو أكثر في الوسط نفسه خلال الزمن نفسه؛ بخلاف الجسيمات المادية؛ إذ لا يمكن لجسمين إشغال الحيز نفسه خلال الزمن نفسه.

الموجات عند الحواجز Waves at Boundaries

←**الموجة الساقطة** : هي التي تصطدم بالحد الفاصل بين وسطين .

←**الموجة المنعكسة** : هي الموجة المرتدة عن انعكاس بعض طاقة نبضة الموجة الساقطة الى الخلف .

(سعه الموجه الساقطه تساوي سعه الموجه المنعكسه)

+ تحدد خصائص كلا من الوسطين (النابضين) ما اذا كانت اتجاه الموجه المنعكسه معتدلا أم مقلوبا

- تنقلب الموجه المنعكسه اذا كانت سرعه الموجات ف الوسط الأقل سمكا أكبر

- لا تنقلب الموجه اذا كان الحد الفاصل بين الوسطين حر الحركه

تراكَب الموجات Superposition of Waves

ينص **مبدأ تراكب الموجات** على أن : الازاحه الحادثه في الوسط الناتجه عن نبضتين أو اكثر تساوي المجموع الجبري لازاحه كل نبضه على انفراد

التداخل : هو الأثر الناتج عن تراكب موجتين أو أكثر .

انواع التداخل : التداخل نوعان تداخل هدام وتداخل بنّاء

- **الهدام** : التقاء نبضتين لهما نفس السعه ولكنها منعكستان (قاع مع قمه أو قمه مع قاع) و تقل الازاحه في منطقه التداخل

- **البناء** : التقاء نبضتين لهما الاتجاه نفسه و حينها تنتج موجه لها سعه اكبر و ازاحه اكبر

العقدة : هي النقطة الثابتة التي تلتقي فيها نبضتان في الموقع نفسه حيث تصبح الإزاحة الثانية صفراً .

البطن : النبضة ذات الازاحة الكبرى عند إلتقاء نبضتي موجة .

الموجة الموقوفة (المستقرة)

هي الموجة التي تظهر واقفة وساكنة . تتولد عند تداخل موجتين تتحركان في اتجاهين متعاكسين . و بزياده التردد تتولد عقد و بطون أكثر .

& فائدة : في حالة الموجة الموقوفة في نابض مثبت بين طرفين عدد البطون أقل من عدد العقد بمقدار 1 .

انواع الموجات بالنسبه للابعاد :

1- موجات تتحرك في بعد واحد مثل : الموجات الميكانيكيه (الموجات في الحبل والنابض).
2- موجات تتحرك في بعدين مثل : الموجات على سطح الماء .
3- موجات تتحرك في ثلاثة أبعاد مثل : الموجات الكهرومغناطيسية وموجات الصوت .

الموجات في بعدين Waves in Two Dimensions

تمثل الموجات في بعدين بدوائر متداخله و يطلق مصطلح (**مقدمة الموجه**) على الخط الذي يمثل قمة الموجه

يمكن تمثيل انعكاس موجات البعدين بما يسمى (**المخطط الشعاعي**) و مكوناته كما يلي :

1-الحاجز يمثل بخط مستقيم يفصل بين وسطين

2-العمود المقام وهو خط يرسم عمودياً على الحاجز عند نقطه السقوط

3- زاوية السقوط :الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام

4- زاوية الانعكاس : الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام .

قانون الانعكاس : ينص على أن زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس .

من امثله الانعكاس : (صدى الصوت)

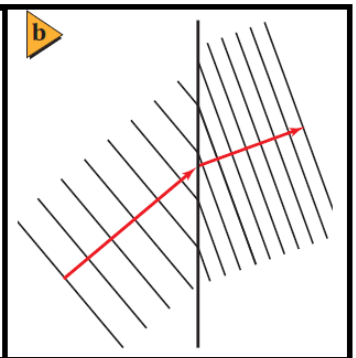
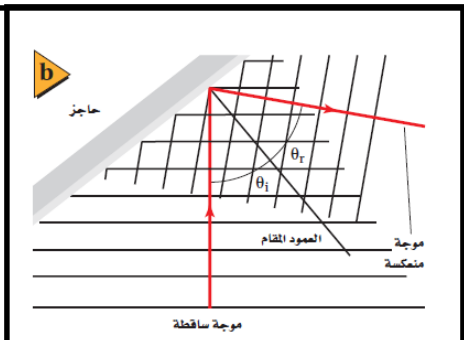
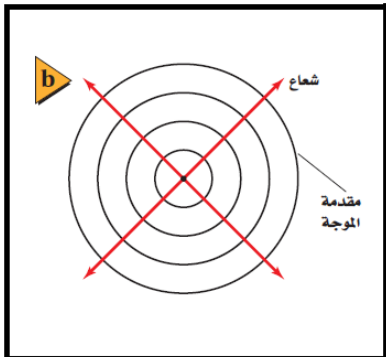
- يستخدم (نموذج حوض الموجات) لتمثيل انكسار الموجات في بعدين :

انكسار الموجات : هو التغير في اتجاه الموجات عند الحد الفاصل بين وسطين مختلفين .

- عند انتقال الموجه من منطقه الماء العميق الى منطقه الماء الضحل : تقل سرعتها يقل الطول الموجي يتغير اتجاهها ولا يتغير التردد .

مثال على ذلك :

1- تكوَن قوس المطر قطرات المطر تحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة بفعل الأنكسار .

		
نموذج حوض الموجات لتمثيل انكسار الموجات	نموذج المخطط الشعاعي لتمثيل انعكاس الموجات	الدوائر لتمثيل الموجات في بعدين

الموجات الصوتية Sound Waves

الموجة الصوتية:هى الموجة التى تنتقل فى مادة نيجة اختلاف الضغط المنتقل خلالها والناتج عن الصوت

لا ينتقل الصوت خلال الفراغ لعدم وجود جزيئات ينتقل خلالها

الموجه الصوتيه موجه طوليه و ليست مستعرضه

تردد الموجة الصوتية: هو عدد الإهتزازات (التغيرات فى قيمة الضغط) فى الثانية الواحدة

طول الموجة الصوتية : هو المسافة بين مركزى ضغطين مرتفعين متتاليين (تضاغطين)

أو المسافة بين مركزى ضغطين منخفضين متتاليين (تخلخلين)

تعتمد سرعة الصوت فى الهواء على درجة الحرارة تزداد سرعة الصوت فى الهواء بزيادة درجة الحرارة

(تزداد سرعة الصوت فى الهواء بمعدل ($0.6 m/s$) لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره $1°C$)

سرعة الصوت فى المواد الصلبة أكبر منها فى السوائل أكبر منها فى الغازات

لموجات الصوت خصائص الموجات مثل الإنعكاس – الإنكسار – التداخل

قد تتداخل موجتان صوتيتان مما يؤدى إلى بقع تدعى البقع الميتة (ينعدم عندها الصوت) عند العقد وبقع يزداد عندها الصوت تسمى البطون

صدى الصوت :انعكاس موجات الصوت عن السطوح الصلبه و ارتادها لمصدرها

ويمكن استعمال الزمن الذى يحتاج إليه الصدى حتى يعود إلى مصدر الصوت فى إيجاد المسافة بين مصدر الصوت والجسم الذى انعكس عنه ويستعمل هذا المبدأ الخفافيش وبعض الكاميرات وبعض السفن التى تستعمل السونار

الكشف عن موجات الضغط Detection of Pressure Waves

تحول كاشفات الصوت الطاقه الصوتيه الى اشكال أخرى:

1- الميكروفون : يحول الطاقه الصوتيه لطاقه كهربائية 2- الأذن البشريه : و تحول الطاقه الصوتيه لنبضات كهربائية

إدراك (تمييز) الصوت Perceiving Sound

حدّة الصوت كان مارن ميرسن وجالليو أول من توصلا إلى أن **حدّة الصوت** الذي نسمعه تعتمد على تردد الاهتزاز.

- الأشخاص لا يستطيعون سماع أصوات ترِدداتها أقل من 20 Hz أو أكبر من 16,000 Hz.
- يكون إحساس الأشخاص الأكبر سنًا بالترددات الأكبر من 10000 Hz أقل مقارنة بالأشخاص الأصغر سنًّا
- لا يتمكن أغلب الناس عند عمر 70 سنة تقريبًا من سماع أصوات ترددتها أكبر من 8000 Hz، مما يؤثر في مقدرتهم على فهم الحديث.

عُلوّ الصوت يعتمد **علوّ الصوت** عند إدراكه بوساطة حاسة السمع على سعة موجة الضغط في المقام الأول.

- السعة وهي مقياس لتغير الضغط في الموجة.
- لأن البشر يستطيعون تحسّس مدى واسع من تغيرات الضغط فإن هذه السعات تُقاس على مقياس لوغاريتمي يُسمّى **مستوى الصوت**، ووحدة قياسه هي **الديسبل** (dB) يعتمد مستوى الصوت على نسبة تغير الضغط لموجة صوتية إلى تغير الضغط
- **سعه** أضعف الأصوات المسموعة، ويساوي 2×10^{-5} Pa. ومثل هذه السعة لها مستوى صوت يعادل 0 dB.
- ويكون مستوى الصوت الذي سعة ضغطه أكبر عشر مرات 2×10^{-4} Pa، مساويًا لـ 20 dB **(عشر اضعاف السعه تساوي 20 ديسيبل)**
- إن التعرض للأصوات الصاخبة يسبّب فقدان الأذن لحساسيتها يؤدي التعرض الطويل إلى مستوى صوت 100 dB أو أكبر من ذلك إلى ضرر
- لا يتناسب علوّ الصوت طرديًّا مع تغيرات الضغط في موجات الصوت تعتمد حساسية الأذن على كل من حدّة الصوت وسعته.

تأثير دوبلر The Doppler Effect

تأثير دوبلر:هو تغير التردد الناتج عن حركة مصدر الصوت أو المراقب أو كلاهما

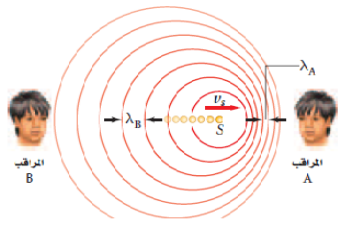
+ترتفع حدة الصوت كلما زاد التردد و كلما اقتربت من مصدر الصوت او اقترب المصدر منك

+يؤدي اقترابك من مصدر الصوت الى زياده تردد و قمم الموجات الصوتيه وزياده سرعتها المتجهة

تأثير دوبلر $f_d = f_s\left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right)$

التردد الذي يدركه مراقب يساوي السرعة المتجهة للمراقب بالنسبة إلى السرعة المتجهة للموجة، مقسومًا على السرعة المتجهة للمصدر بالنسبة إلى السرعة المتجهة للموجة، وكله مضروب في تردد الموجة.

الشكل 6–8 يقل الطول الموجي مع تحرك مصدر الصوت في اتجاه المراقب، ويصبح λ_A؛ ويزداد الطول الموجي مع تحرك مصدر الصوت بعيدًا عن المراقب ويصبح λ_B (a). وتوضح حركة مصدر الموجات الصوتية تأثير دوبلر في حوض الموجات (b).



تمثل v في معادلة تأثير دوبلر السرعة المتجهة لموجة الصوت، و v_d السرعة المتجهة للمراقب، و v_s السرعة المتجهة لمصدر الصوت، و f_s تردد الموجة المنبعثة من المصدر، و f_d التردد الذي يستقبله المراقب. وتطبق هذه المعادلة عند حركة المصدر، أو حركة المراقب، أو عند حركة كليهما.

يحدث تأثير دوبلر في كل حركة موجية، في الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية. وله تطبيقات عدّة؛ فمثلاً تستخدم كواشف الرادار تأثير دوبلر لقياس سرعة كرات البيسبول والمركبات. ويراقب علماء الفلك الضوء المنبعث من المجرات البعيدة، ويستخدمون تأثير دوبلر لقياس سرعاتها، ويستنتجون بُعدها عن الأرض. كما يُستخدم في الطب لقياس سرعة حركة جدار قلب الجنين وتستخدم الخفافيش تأثير دوبلر في الكشف عن الحشرات الطائرة وافتراسها

++ برجاء مراجعه هذا الدرس من الكتاب ص 45++

الفصل 9 أساسيات الضوء

9–1 الاستضاءة Illumination

نموذج الشعاع الضوئي Ray Model of Light

اعتقد نيوتن أن الضوء عباره عن جسيمات صغيرة لا يمكن تخيلها تسير بسرعه كبيره أطلق عليها اسم (الكريات الضوئية)

نموذج الشعاع الضوئي : نموذج يمثل الضوء على شكل شعاع ينتقل في خط مستقيم ويتغير اتجاهه فقط اذا اعترض مساره حاجز

علم البصريات : علم دراسه كيفيه تفاعل الضوء مع الماده بغض النظر عن طونه جسيم أم موجه

مصادر الضوء : المصادر الطبيعية (1-الشمس : وتعد المصدر الرئيسي للضوء) (2-اللهب والشرار3- وبعض انواع الحشرات كاليراع)

المصادر الصناعيه : (1-المصابيح المتوهجه و الفلورسنتيه 2- الليزر 3- الصمامات الثنائية الباعثه للضوء)

الفرق بين ضوء الشمس وضوء القمر:

الفرق هو ان الشمس (مصدر مضيء) أي انها جسم يبعث الضوء من ذاته اما القمر فيعد(مصدرا مستضيئا)أي ان الضوء ينعكس عنه فيصبح مرئيا

الأوساط حسب نفاذية الضوء

: ١– وسط غير شفاف (معتم):الوسط الذي لا يمر الضوء من خلاله ويعكس بعض الضوء

٢– وسط شفاف :الوسط الذي يمر الضوء خلاله مثل الهواء و الزجاج .

٣– وسط شبه شفاف :الوسط الذي يمر الضوء خلاله ولا يسمح للأجسام أن ترى بوضوح . مثل مظلة المصباح .

- التدفق الضوئي P: معدل انبعاث طاقة الضوء من المصدر المضيء . ويقاس بوحدة لومن lm .
- الاستضاءة E: معدل اصطدام الضوء بوحدة المساحات للسطح . ويقاس بوحدة اللوكس lx

والتي تساوي لومن لكل متر مربع m^2 lm

- علاقة التربيع العكسي : الاستضاءة الناتجة بفعل مصدر ضوء نقطي تتناسب طردياً مع $\frac{1}{r^2}$

أي أن مقدار الاستضاءة يتناقص كلما زاد البعد عن مصدر الضوء(التدفق لا يتغير بل فقط الاستضاءة)

- شدة الإضاءة : التدفق الضوئي الذي يسقط على مساحة مقدارها $1m^2$ من مساحة السطح الداخلي لكرة نصف قطرها 1m .

ورمزها I_v و تقاس بوحده الشمعه cd و هي تساوي التدفق الضوئي قسمه $I_v = \frac{P}{4\pi}$

إضاءة السطوح How To Illuminate a Surface

الاستضاءة بفعل مصدر نقطي $E = \frac{P}{4\pi r^2}$

إذا أُضيء جسم بوساطة مصدر ضوئي نقطي فإن الاستضاءة على الجسم تساوي التدفق الضوئي للمصدر الضوئي مقسومًا على المساحة السطحية لكرة نصف قطرها يساوي بُعد الجسم عن المصدر الضوئي.

سرعة الضوء The Speed of Light

- سرعة الضوء :«كان العالم جاليليو أول من افترض أن للضوء سرعة محددة فاقترح طريقة لقياس سرعته باستخدام مفهومي المسافة والزمن واستنتج أن سرعة الضوء كبيرة جداً .أي أنه لا يمكن قياسها
- أولي رومر أول من أكد أن الضوء ينتقل بسرعة يمكن قياسها وتكمن أهمية تجربته في أنه استطاع إثبات أن الضوء ينتقل بسرعة محددة.
- ألبرت مايكلسون قاس الزمن الذي يحتاجه الضوء لقطع مسافة 35km ذهاباً و إياباً من جبلين في كاليفورنيا واستخدم مجموعة من المرايا الدوارة وهو الوحيد الذى حدد قيمه قريبه و دقيقه جدا للصحيح و كان اول من يحصل على نوبل
- القيمة المعروفة حاليًّا لقطر مدار الأرض $(2.9 \times 10^{11}\ m)$
- سرعه الضوء $c = 3.00 \times 10^8\ m/s$، إذ تكون دقيقة بصورة كافية. وبهذه السرعة ينتقل الضوء مسافة $9.46 \times 10^{12}\ km$ في السنة، حيث تسمى هذه المسافة السنة الضوئية.

9–2 الطبيعة الموجية للضوء The Wave Nature of Light

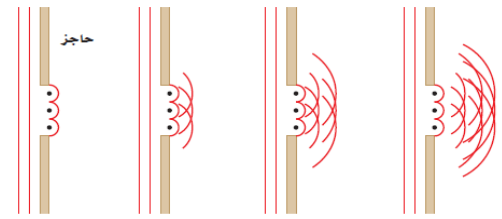
الحيود والنموذج الموجي للضوء Diffraction and the Wave Model

-العالم جريمالدي و اكتشافه للحيود

لاحظ العالم الإيطالي فرانسيسكو ماري جريمالدي أن حواف الظلال ليست حادة تمامًا. فقد أدخل حزمة ضيّقة من الضوء إلى داخل غرفة مظلمة، وأمسك بقضيب أمام الضوء حيث أسقط الظل على سطح أبيض. فكان ظل القضيب المتكون على السطح الأبيض أعرض من الظل الذي ينبغي أن يكون في حالة انتقال الضوء في خط مستقيم مرورًا بحواف القضيب، ولاحظ جريمالدي أيضًا أن الظل يُحاط بحزم ملونة. وعرّف جريمالدي هذه الظاهرة بالحيود وهي انحناء الضوء حول الحواجز.

- العالم هيجنز و محاولته تفسير الحيود

حاول العالم الدنماركي كريستيان هيجنز تفسير ظاهرة الحيود. واعتمادًا على مبدأ هيجنز يمكن اعتبار النقاط كلها على مقدمة الموجة الضوئية وكأنها تمثل مصادر جديدة لموجات صغيرة. وتنتشر هذه الموجات الصغيرة (الموجات) في جميع الاتجاهات



الشكل 9–9 اعتمادًا على مبدأ هيجنز يمكن اعتبار قمة كل موجة سلسلة من المصادر النقطية. وينشئ كل مصدر نقطي مويجة دائرية. وتتراكب المويجات لتكوين مقدمة موجة مستوية، ما عدا المناطق عند الحواف؛ حيث تتحرك المويجات الدائرية لنقاط هيجنز عندها بعيدًا عن مقدمة الموجة.

الحيود : هو انحناء الضوء حول الحواجز .

مبدأ هيجنز : اعتبر النقاط كلها على مقدمة الموجة الضوئية وكأنها تمثل مصادر جديدة لموجات صغيرة .

الألوان Colors

تجربة نيوتن : قام بتمرير حزمة ضيقة من ضوء الشمس خلال منشور زجاجي فلاحظ تكون الطيف واعتقد ان جسيمات الضوء تتفاعل بطريقة متفاوتة في الزجاج اعتماداً على نموذجه الجسيمي للضوء .

استنتاج نيوتن : ١– اللون الأبيض مركب من عدة ألوان . ٢– لكل لون من الألوان الموجية طول موجي محدد .

٣– تقع منطقة الضوء المرئي ضمن نطاق من الأطوال الموجية يتراوح بين ٤٠٠nm– ٧٠٠nm .

الطيف : هو ترتيب منتظم للألوان

+أكبر الألوان طولا موجيا هو الأحمر ثم البرتقالي ثم الاصفر ثم الازرق ثم النيلي و الاقصر هو البنفسجي

الألوان الأساسية : هي الألوان التي تنتج اللون الأبيض عند مزجها بشدة مناسبة وهي : الأحمر – الأخضر – الأزرق .

الألوان الثانوية : هي الألوان التي تنتج عند مزج لونين أساسيين . وهي : أزرق فاتح – أصفر– أرجواني .

الألوان المتتامة : عبارة عن لون أساسي مع لون ثانوي تنتج عند مزجهما اللون الأبيض .

يمكن تبييض الملابس المصفرة باستخدام عامل أزرق اللون يضاف إلى مسحوق الغسيل لأن اللونين الأزرق و الأصفر متتامان فيشكلان اللون الأبيض عند مزجهما

الألوان المتتامه :	الألوان الثانويه :
1-ازرق+اصفر	1- أخضر +أحمر= أصفر
2-أخضر + أرجواني (أحمر مزرق)	2-أخضر + أزرق = أزرق فاتح
3-الأحمر و الأزرق الفاتح	3-أحر + أزرق = أرجواني(احمر مزرق)

عمليه جمع الألوان : هي عمليه انتاج اللون الابيض من الالوان الاساسيه

اللون بواسطة اختزال أشعة الضوء : ١– يمكن للأجسام أن تعكس الضوء أو تمرره أو تمتصه .

٢– لا يعتمد لون الجسم على الأطوال الموجية للضوء الذي يضيئه فقط بل يعتمد على الأطوال الموجية التي يمتصها والتي يعكسها .

المواد الملونه :هي جزيئات لها القدره على امتصاص اطوال موجيه معينه وعكاس أطوال موجيه اخرى **مصنوعه من نباتات وحشرات**

الصبغات : جزيئات مصنوعه من معادن مسحوقه تعمل على اضفاء الالوان

الفرق بينها و بين المواد الملونه أن المواد الملونه مستخلصه من النباتات و الحشرات اما الاصباغ من المعادن

ملحوظة : الألوان الاساسيه فيها هي الالوان الثانويه للضوء بمعنى أن الالوان الاساسية هي :(الارجواني و الاصفر و الزرق الفاتح) والالوان الثانويه هي (الاحمر و الزرق و الاخضر)

الصبغة الأساسية	الصبغة الثانوية	الصبغة المتتامة
تمتص لون أساسي و تعكس لونين	تمتص لونين وتعكس لون واحد	تمتص لون أساسي ولون ثانوي وتنتج لون أسود
الصبغة الصفراء : تمتص الأزرق وتعكس الأحمر و الأخضر .	الصبغة الحمراء : تمتص الأزرق و الأخضر وتعكس الأحمر .	* أخضر+أحمر = أصفر إذآ أصفر +أزرق = أسود
الصبغة الزرقاء : تمتص الأحمر وتعكس الأزرق و الأخضر .	الصبغة الزرقاء : تمتص الأحمر و الأخضر وتعكس الأزرق .	*أخضر+أزرق=أزرق فاتح إذآ أزرق فاتح=أحمر = أسود
الصبغة الأرجوانية : تمتص الأخضر وتعكس الأزرق و الأحمر .	الصبغة الخضراء : تمتص الأزرق و الأحمر وتعكس الأخضر .	*أزرق = أحمر = أرجواني اذآ أرجواني + أصفر = أسود

تستخدم الطابعة الملونة نقاطًا من صبغة الأصفر والأرجواني والأزرق الداكن لعمل صورة ملونة على الورقة.
تكون الأصباغ المستخدمة على الأغلب مركبات مطحونة مثل أكسيد التيتانيوم (IV) (أبيض)، وأكسيد الكروم (III) (أخضر)، وكبريتيد الكادميوم (أصفر).

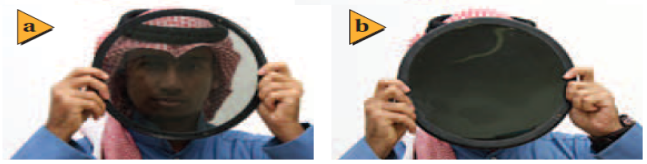
استخلاص النتائج من اللون تبدو النباتات خضراء بسبب صبغة الكلوروفيل فيها.
وتبدو السماء مزرقة؛ لأن جزيئات الهواء تشتت (انعكاسات متكررة) موجات الضوء البنفسجي والضوء الأزرق بمقدار أكبر من الأطوال الموجية الأخرى للضوء أما الضوء الأخضر والضوء الأحمر فلا يتشتتان كثيرًا بوساطة الهواء، وهذا يفسر لماذا تبدو الشمس صفراء أو برتقالية.

استقطاب الضوء — Polarization of Light

الاستقطاب : إنتاج ضوء يتذبذب في مستوى واحد . **أنواع استقطاب الضوء** : ١- استقطاب بالترشيح (الفلترة) ٢- الاستقطاب بالانعكاس .
محور الاستقطاب : اتجاه وسط الاستقطاب المتعامد مع الجزيئات الطويلة
مرشح الاستقطاب (الفلتر) :وسط الاستقطاب الذي ينتج ضوءاً مستقطباً

+يستخدم الاستقطاب بالانعكاس في : 1-تقليل توهج الضوء ف النظارات الشمسيه 2-في التصوير لاخفاء تاثير الضوء المنعكس

عندما يتم ترتيب مرشحي استقطاب بحيث يكون محورا استقطابهما متوازيين، تنفذ من خلالهما أكبر كمية من الضوء (a).
ولن ينفذ الضوء من خلال مرشحي الاستقطاب إذا تم ترتيبهما بحيث يكون محورا استقطابهما متعامدين (b).



قانون مالوس : القانون الذي يوضح مدى انخفاض شدة الضوء عندما يعبر من خلال مرشح استقطاب ثان .

المحلل : مرشح الاستقطاب الذي يستخدم قانون مالوس .

قانون مالوس $I_2 = I_1 \cos^2\theta$
إن شدة الضوء الخارج من مرشّح الاستقطاب الثاني تساوي شدة الضوء الخارج من مرشّح الاستقطاب الأول مضروبًا في مربع جيب تمام الزاوية المحصورة بين محوري استقطاب المرشّحين.

سرعة الموجات الضوئية — The Speed of a Light Waves

- كما يمكن قياس تردد الضوء بدقة متناهية؛ وذلك باستخدام أجهزة الليزر والزمن المعياري الذي تزودنا به الساعات الذرية في حين يتم قياس الأطوال الموجية للضوء بدقة أقل كثيرًا.
- لألوان الضوء المختلفة ترددات وأطوال موجية مختلفة، ولكنها تنتقل جميعها في الفراغ بسرعة تساوي سرعة الضوء c فإذا كان تردد موجة الضوء في الفراغ معروفًا أمكنك حساب طولها الموجي، والعكس صحيح؛ وذلك لأن جميع الأطوال الموجية للضوء تنتقل في الفراغ بالسرعة نفسها. ويمكنك باستخدام القياسات الدقيقة لتردد الضوء وسرعته حساب قيمة دقيقة لطوله الموجي.
- يتضمن تأثير دوبلر في الضوء السرعة المتجهة لكلّ من المصدر والمراقب إحداهما بالنسبة إلى الآخر فقط
(عكس الصوت كان احدهما للاخر او الاثنين لبعض)
- يُسمّى مقدار الفرق بين السرعتين المتّجهتين لكل من المصدر والمراقب **بالسرعة النسبية**.
- العوامل المؤثرة في تأثير دوبلر هي فقط مركّبتا السرعتين المتجهتين على امتداد المحور بين المصدر والمراقب،

تردّد الضوء المُراقَب $f_{\text{المراقب}} = f\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$
تردّد الضوء المُراقَب من مصدر يساوي التردد الحقيقي للضوء المتولد من المصدر، مضروبًا في حاصل جمع واحد إلى (السرعة النسبية على امتداد المحور بين المصدر والمراقب مقسومةً على سرعة الضوء) إذا تحرك كل منهما في اتجاه الآخر، أو حاصل طرح (السرعة النسبية مقسومةً على سرعة الضوء) من الواحد إذا تحركا مبتعدين.

- تردد الضوء المراقَب $f_{\text{المراقب}}$؛ التي تمثل تردد الضوء كما يراه المراقِب
- إزاحة دوبلر $\Delta\lambda$، التي تمثل الفرق بين الطول الموجي المراقَب للضوء والطول الموجي الحقيقي له.

انزياح دوبلر $(\lambda_{\text{المراقب}} - \lambda) = \Delta\lambda = \pm \frac{v}{c}\lambda$
الفرق بين الطول الموجي المراقَب للضوء والطول الموجي الحقيقي للضوء الذي يولّده المصدر يساوي الطول الموجي الحقيقي للضوء الذي يولّده المصدر مضروبًا في السرعة النسبية للمصدر والمراقب مقسومًا على سرعة الضوء. وهذه الكمية تكون موجبة إذا تحرّكا مبتعدين أحدهما عن الآخر، وسالبة إذا تحرّكا في اتجاه أحدهما إلى الآخر.

- إن التغير الموجب في الطول الموجي يعني أن الضوء مُزاح نحو الأحمر، وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر في اتجاه مبتعدًا عن المراقِب
- التغير السالب في الطول الموجي يعني أن الضوء مُزاح نحو الأزرق، وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر في اتجاه مقتربًا من المراقب.
- عندما يزاح الطول الموجي نحو الأحمر فإن التردّد المراقَب يكون أقل.
- عندما يُزاح الطول الموجي نحو الأزرق فإن التردد المراقَب يكون أكبر

++استخدامات انزياح دوبلر ف الضوء ++

- يستطيع الباحثون تحديد كيفية تحرك الأجسام الفلكية، مثل المجرات، بالنسبة للأرض وذلك بمراقبة انزياح دوبلر للضوء. يتم ذلك عن طريق مراقبة طيف الضوء المنبعث من النجوم في المجرة باستخدام جهاز يُسمّى **المطياف** للمطياف القدرة على قياس انزياح دوبلر لهذه الأطوال الموجية.
- اقترح إدوين هابل أن الكون يتمدد، وتوصل هابل إلى هذه النتيجة بتحليل طيف الانبعاث القادم من عدة مجرات. ولاحظ هابل ان خطوط الطيف للعناصر المألوفة كانت ذات أطوال موجية أطول من المتوقع، حيث كانت خطوط الطيف مزاحة نحو نهاية الطيف ذي اللون الأحمر.
استنتج هابل من ذلك أن المجرات جميعها تتحرك مبتعدة عن الأرض **(انزياح الطول الموجي للاحمر معناه انه يبتعد عن المراقب)**

الفصل 10 الانعكاس و المرايا

10–1 الانعكاس عن المرايا المستوية
Reflection from Plane Mirrors

عرف المصريون قبل 4000 سنة تقريبًا أن الانعكاس يتطلب سطحًا أملس مصقولاً، لذا استخدموا مرايا فلزية لامعة مصقولة لرؤية صورهم. ولم يكن بالإمكان رؤية الصور الناتجة بوضوح عندما اكتشف العالم الفرنسي جان فوكولت طريقة لطلاء الزجاج بالفضة. فالمرايا الحديثة صُنعت بدقة متناهية لكي تكون ذات مقدرة كبيرة جدًا على عكس الضوء. وذلك من خلال عملية تبخير الألومنيوم أو الفضة على زجاج مصقول بدرجة كبيرة. وتُعد نوعية السطوح العاكسة مهمة جدًا في بعض التطبيقات العملية والأجهزة البصرية، ومنها الليزر والمقراب (التلسكوب).

و من العلماء المسلمين البارزين في هذا المجال الحسن بن الهيثم

قانون الانعكاس The Low of Reflection

+يعتمد سلوك الضوء المنعكس على : 1- طبيعه السطح العاكس 2-زاويه السقوط +

+ينتشر الضوء في ثلاثه ابعاد بينما ينعكس في بعدين فقط +

قانون الانعكاس $\theta_r = \theta_i$

حيث تمثل θ_i زاوية السقوط، و θ_r زاوية الانعكاس.

الزاوية التي يصنعها الشعاع الساقط مع العمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط تساوي الزاوية التي يصنعها الشعاع المنعكس مع العمود نفسه.

السطوح نوعان : 1- ملساء 2-خشنه

الانعكاس المنتظم : أي أن الأشعة الضوئية التي تسقط متوازية على السطح الأملس تنعكس متوازية . مثل : المرآة(سطوح ملساء)

الانعكاس الغير منتظم : الأشعة الضوئية تسقط متوازية على السطح الخشن وتنعكس متشتتة . مثل : الورقة (سطوح خشنه)

لا يمكن اتخاذ الورقة أو الجدار مرآة ؛ لأنهما يشتتان الأشعة المنعكسة و لا يمكن رؤيه الضوء المنعكس (السطوح الخشنه)

المرايا نوعان1-(مستوية) 2-كروية (مقعره + محدبه)

الأجسام والصور في المرايا المستوية Objects and Plane–Mirror Images

المرآة المستوية : عبارة عن سطح أملس (مصقول) ينعكس الضوء عنه انعكاساً منتظماً .

الجسم : هو مصدر الأشعة الضوئية التي ستعكس عن سطح مرآة و يكون مضيئا (مصباح) أو مستضيئا (انسان)

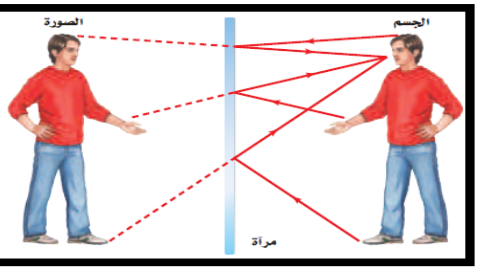
+أنواع الصورالمتكونة على المرآه : (صور خياليه + صور حقيقيه)

+الصورة الخياليه : هي الصورة التي تتكون خلف المرآة و تكونت من امتدادات الأشعه (خط متقطع) ولا يمكن جمعها على حاجز

+الصورة الحقيقية : هي الصورة التي تتكون أمام المرآة و تكونت من الأشعه نفسها (خط متصل) و يمكن جمعها على حاجز

صفات الصور في المرايا المستوية Properties of Palne–Mirror Images

نوع الصورة	حجم الصورة	انعكاس الصورة
خياليه	نفس حجم الجسم	معكوسه جانبيا



الشكل 7–10 الصورة المتكوّنة في المرآة المستوية لها حجم الجسم نفسه، وبُعد الجسم نفسه عن المرآة، وتقع خلف المرآة، وتكون معكوسة جانبيًا؛ فإذا حرك الشخص يده اليمنى تتحرك اليد اليسرى في الصورة.

القوانين في المرايا المستوية Properties of Palne–Mirror Images

موقع الصورة التي تُكوِّنها مرآة مستوية $d_i = -d_o$

بُعد الصورة عن المرآة المستوية يساوي سالب بُعد الجسم عنها، وإشارة السالب تدل على أن الصورة وهمية".

طول الصورة التي تكوّنها المرآة المستوية $h_i = h_o$

في المرآة المستوية يكون طول الصورة مساويًا لطول الجسم.

10–2 المرايا الكروية Curved Mirrors

المرايا المقعّرة Concave Mirrors

المرآة المقعره : سطح عاكس حوافه منحنيه نحو المشاهد (مثل الملعقه)+تعتمد خصائصها على مدى تقعرها +

مكونات المرآه الكروية :

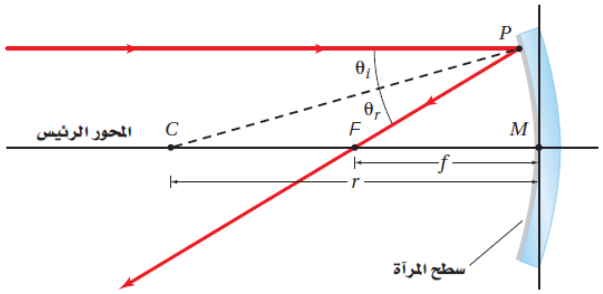
المحور الرئيس CM : هو خط مستقيم متعامد مع سطح المرآة الذي يقسمها إلى نصفين .

قطب المرآة M : نقطة تقاطع المحور الرئيس مع سطح المرآة .

البؤرة F : النقطة التي تتجمع فيها انعكاسات الأشعة المتوازية الساقطة موازية للمحور الرئيس بعد انعكاسها عن المرآة

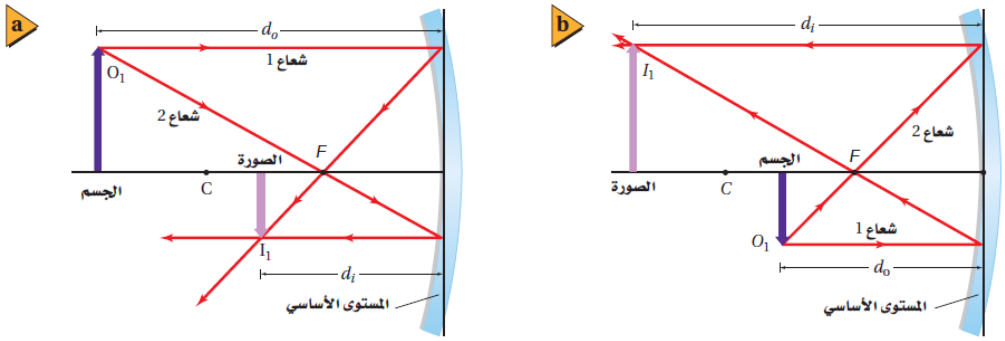
البعد البؤري f : المسافة بين قطب المرآة و بؤرتها الأصلية وتقع في منتصف المسافة بين F و C . $f = \frac{r}{2}$

المركز الهندسي C +نصف قطر التكور r



الطريقة الهندسية لتحديد موقع الصورة Graphical Method of Finding the Image

نوع الصورة	حجم الصورة	أنعكاس الصورة
حقيقيه : (الجسم خلف F) خياليه : (الجسم أمام F)	مكبره : (الجسم بين F وC) مصغره: (الجسم خلف C)	حقيقيه: (مقلوبه) خياليه : (معتدله)



كيف يمكن تحويل الصورة الحقيقية والمقلوبة التي تكوّنها مرآة مقعرة إلى صورة معتدلة وحقيقية؟ طوّر عالم الفلك الأسكتلندي جيمس جريجوري المقراب المعروف باسمه، مقراب جريجوريان، لحل هذه المشكلة. ويتكوَّن مقرابه من مرآتين مقعرتين إحداهما كبيرة والأخرى صغيرة. وتقع المرآة الصغيرة خلف بؤرة المرآة الكبيرة. وعندما تسقط الأشعة المتوازية القادمة من جسم بعيد على المرآة المقعرة الكبيرة فإنها تنعكس في اتجاه المرآة الصغيرة، التي تعكس بدورها هذه الأشعة مكوِّنة صورة حقيقية ومعتدلة تمامًا كالجسم.

الفرق بين الصورة الحقيقية و الصورة الوهمية :

الصورة الحقيقية : هي الصورة التي تتكون من التقاء الأشعة المنعكسة ويمكن جمعها على حاجز **(خط متصل)**

الصورة الوهمية : هي الصورة التي تتكون من التقاء امتدادات الأشعة المنعكسة ولا يمكن جمعها على حاجز **(خط متقطع)**

عيوب المرايا المقعره :

الزوغان الكروي : هو ما يجعل الصورة تبدو غير واضحة وينتج عن انعكاس الأشعة التي تسقط متوازية على مرآة كروية ذات ارتفاع كبير و نصف قطر تكور صغير مما يؤدي الى تكون صور على هيئة قرص و ليس نقطه

طرق تقليل الزوغان الكروي : 1-استخدام عدسات على شكل قطع مكافئ 2-تقليل قطر المرآة 3-استعمال مرايا أساسية و ثانوية

الصور الوهمية في المرايا المقعرة Virtual Images with Concave Mirrors

تكون المرآة المقعره صورة خياليه (معتدله) في حالة اذا وضع الجسم بين المرآة و البؤرة F

المرايا المحدبة Convex Mirrors

المرايا المحدبة : سطح عاكس حوافه منحنية بعيداً عن المشاهد .

صفات الصورة في المرايا المحدبة : ١- وهمية ٢- معتدلة ٣- مصغرة

نوع الصورة	حجم الصورة	أنعكاس الصورة
خياليه	مصغره	(معتدله)

استعمالاتها : في مرايه السيارات حيث تكون صور صغيرة مما يسمح بمجل رؤيه أكبر

الطريقة الرياضية لتحديد موقع الصورة Mathmatical Method of Locating the Image

معادلة المرايا الكروية $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$

مقلوب البعد البؤري للمرآة الكروية يساوي حاصل جمع مقلوب بُعد الجسم ومقلوب بُعد الصورة عن المرآة.

لا تتنبأ معادلة المرايا الكروية بالزوغان الكروي ؛ لأنها تعتمد على الأشعة المحورية في تكوين الصور .

التكبير للمرايا الكروية خاصية **التكبير** m؛ ويُقصد به كم مرّة تكون الصورة أكبر من الجسم أو أصغر منه. والتكبير عمليًّا هو النسبة بين طول الصورة وطول الجسم. ويمكن

التكبير $m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$

يُعرّف تكبير مرآة كروية لجسم ما على أنه: طول الصورة مقسومًا على طول الجسم. ويساوي حاصل قسمة سالب بُعد الصورة عن المرآة على بُعد الجسم عن المرآة.

عند استعمال المعادلة السابقة يكون بُعد الصورة الحقيقية موجبًا، لذا يكون التكبير سالبًا، وهذا يعني أن الصورة مقلوبة مقارنة بالجسم. وإذا كان الجسم واقعًا خلف مركز التكور C كانت القيمة المطلقة لتكبير الصورة الحقيقية أقل من 1 وهذا يعني أن الصورة تكون أصغر من الجسم (مصغّرة). أما إذا وضع الجسم بين البؤرة F ومركز التكور C كانت القيمة المطلقة لتكبير الصورة الحقيقية أكبر من 1؛ أيْ أن الصورة أكبر من الجسم (مكبّرة) ؛

دلالات التكبير:

- **سالب (الصورة مقلوبه)**
- **موجب (الصورة معتدله)**
- **قيمته المطلقه أكبر من 1 (الصورة مكبرة)**
- **قيمته المطلقه بين ال 0 و ال 1 (الصورة مصغرة)**

في الصور الخياليه :البعد البؤري f و بعد الجسم d_o و بعد الصورة d_i سالبين
في الصور الحقيقيه :البعد البؤري f و بعد الجسم d_o و بعد الصورة d_i موجبين

الفصل 11 الانكسار والعدسات

11–1 انكسار الضوء Refraction of Light

-ينحني الضوء عن عبوره الحد الفاصل بين وسطين بسبب الانكسار
- يعتمد مقدار الانكسار على خصائص الوسطين الشفافين و على زاوية سقوط الضوء على الحد الفاصل .
- ينحرف مسار الضوء الخارج من الماء مع حركة الحد الفاصل، مما يؤدى لظهور الأجسام متموجة تحت الماء.

قانون سنل في الانكسار Snell's Law of Refraction

+انحراف الضوء يسمى علميا بـ (الانكسار) وقد درس هذه الظاهرة ديكارت و سنل في زمن كبلر و جاليليو .

●معامل الانكسار n : مقداراً ثابتاً يعتمد على المادة ولا يعتمد على الزوايا n

قانون سنل في الانكسار $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$

حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الأول في جيب زاوية السقوط يساوي حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الثاني في جيب زاوية الانكسار.

*يرجع اللون الأحمر للقمر خلال مرحلة خسوفه إلى الانكسار و الانعكاس .
حيث تحجب الارض ضوء الشمس عن القمر ف الخسوف لذلك ينكسر الضوء ف الغلاف الجوي
و يتشتت اللون الاخضر و الازرق و يتبقى الأحمر ف يصل للقمر و يعكسه القمر

النموذج الموجي في الانكسار Wave Model of Refraction

النموذج الموجي في الانكسار : الانكسار يحدث في السطح الفاصل بين الوسطين .
سبب الانكسار : اختلاف سرعة الضوء في الأوساط الشفافة .
*سرعة الضوء في الهواء أكبر من الماء وسرعة الضوء في الماء أكبر من الزجاج .
+لا يتغير التّردد عندما يعبر الضوء الحد الفاصل بين وسطين
+يقل الطول الموجي عندما تقل سرعه الضوء (يقل الطول الموجي و السرعه خلال اي وسط بينما تزيد ف الفراغ)
*الطول الموجي للضوء في الوسط أقل من الطول الموجي له في الفراغ .

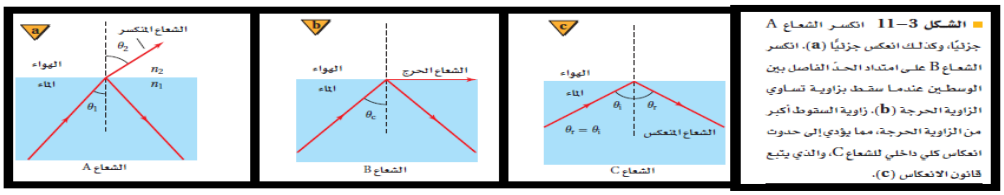
معامل الانكسار $n = \frac{c}{v}$

معامل انكسار الوسط يساوي سرعة الضوء في الفراغ مقسومة على سرعة الضوء في الوسط.

الانعكاس الكلي الداخلي Total Internal Reflection

الانعكاس الكلي الداخلي : يحدث عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره كبير الى وسط معامل انكساره أقل ، يسقط الضوء على الحد الفاصل بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة ، وينعكس الضوء بصورة كاملة إلى الوسط الذي معامل انكساره أكبر .

عندما ينتقل الضوء إلى وسط معامل انكساره أقل تكون زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط إذ إنه مع زيادة زاوية السقوط تزداد زاوية الانكسار. إلا أنه عند زاوية سقوط معينة تُسمى **الزاوية الحرجة** θ_c ، ينكسر الشعاع على امتداد الحد الفاصل بين الوسطين،وتكون زاوية الإنكسار 90.0°



■ الشكل 11–3 انكسر الشعاع A جزئيًا، وكذلك انعكس جزئيًا (a). انكسر الشعاع B على امتداد الحدّ الفاصل بين الوسطين عندما سقط بزاوية تساوي الزاوية الحرجة (b). زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة، مما يؤدي إلى حدوث انعكاس كلي داخلي للشعاع C، والذي يتبع قانون الانعكاس (c).

تطبيقات على الانعكاس الكلي الداخلي : *تعد الألياف البصرية تطبيقاً تقنياً مهماً للانعكاس الكلي الداخلي .

تعد الألياف البصرية تطبيقًا تقنيًّا مهمًّا للانعكاس الكلي الداخلي .يصطدم الضوء الذي ينتقل خلال الليف الشفاف بالسطح الداخلي لليف البصري دائمًا بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة، لذا ينعكس الضوء انعكاسًا كليًّا داخليًّا فلا ينفذ أي جزء منه خلال الحد الفاصل. ولذلك فإن الضوء يحافظ على شدته على طول المسافة التي يمتدّها الليف

تطبيقات على الانعكاس الكلي الداخلي : ظاهرتي السراب الصحراوي والسراب القطبي .

السراب Mirages

يتكون السراب نتيجة تسخين الشمس للطريق؛ إذ تُسخَن الطريق الحارة الهواء فوقها وتنتج طبقة حرارية من الهواء تؤدي إلى انحراف الضوء المنتقل في اتجاه الطريق تدريجيًّا إلى أعلى؛ مما يجعل الضوء يبدو قادمًا من انعكاس في بركة وتحدث ظاهرة مشابهة تَسمّى السراب القطبي؛ عندما يبدو انعكاس قارب بعيد فوق القارب نفسه، حيث يُبقي الماء الهواء القريب من سطحه باردًا. *السراب لا يؤثر فيه موجات هيجنز .

تفريق (تحليل) الضوء Dispersion of Light

تفريق الضوء : تحليل الضوء الأبيض إلى طيف من الألوان عند مروره خلال منشور زجاجي .

*اللون البنفسجي ينكسر أكثر من اللون الأحمر لأن سرعة الضوء البنفسجي خلال الزجاج أقل من الضوء الأحمر حيث ان تردده ومعامل انكساره اكبر من الأحمر
+ تتغير سرعه الضوء تبعا ل معامل الانكار و درجه الحرارة و نوع الوسط

*قوس المطر يؤثر فيه الانعكاس الكلي الداخلي . حيث ينكسر ضوء الشمس الساقط على قطرات الماء وينكسر كل لون بزاوية انكسار مختلفة
+يتكون قوس المطر عندما يتفرق ضوء الشمس بفعل قطرات الماء ف الغلاف الجوي
*تصنع القطرات التي تعكس الضوء الأحمر زاوية 42° مع أشعة الشمس . أما القطرات التي تعكس الضوء الأزرق فتصنع زاوية 40° مع أشعة الشمس .

قد ترى أحيانًا قوس مطر ثانٍ باهتٍ، ويقع قوس المطر الثاني خارج الأول، كما يكون باهتًا، وله ترتيب ألوان معكوس. وينتج هذا التاثير بسبب انعكاس أشعة الضوء مرّتين في داخل قطرة الماء.

11–2 العدسات المحدّبة والمقعّرة Convex and Concave Lenses

كتب الفيزيائي الفرنسي برنارد أوف جوردون حول استخدام العدسات لتصحيح النظر. واستخدم جاليليو عدستين لصنع التلسكوب واستخدمت العدسات منذ زمن جاليليو في أجهزة عديدة، منها الميكروسكوبات وآلات التصوير وقد تكون العدسات أكثر الأدوات البصرية فائدة.

أنواع العدسات Types of Lenses

العدسة المحدبة : تكون أكثر سمكاً عند الوسط .(و تسمى العدسه المجمعه لأنها تجمع الضوء) تطبيقات العدسة المحدبة : العدسة المكبرة

العدسة المقعرة : تكون أكثر سمكاً عند الأطراف (و تسمى العدسه المفرقه لأنها تفرق الضوء) تطبيقات العدسة المقعرة : العين السحرية .

معادلتا العدسة

معادلة العدسة الرقيقة $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$

مقلوب البعد البؤري للعدسة الكروية يساوي حاصل جمع مقلوب بُعد الصورة ومقلوب بُعد الجسم عن العدسة.

التكبير $m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$

يعرف تكبير عدسة كروية لجسم ما بأنه نسبة طول الصورة إلى طول الجسم، ويساوي سالب بُعد الصورة عن العدسة مقسومًا على بُعد الجسم عن العدسة.

(العدسات عكس المرأة.. في الصور الحقيقيه تتكون الصورة خلف العدسه ..و في الصور الخياليه تتكون الصورة أمام العدسه)

العدسات المحدّبة والصور Convex Lenses and Real Images

نوع الصورة	حجم الصورة	انعكاس الصورة
حقيقية: (الصورة خلف العدسه) خياليه : (الصورة أمام العدسه)	حقيقية : (بعد الجسم عن العدسه أكثر من 2F مصغره) (بعد الجسم بين F و2F مكبره) (بعد الجسم عند2F نفس الحجم) خياليه : مكبرة دائما	حقيقية: مقلوبه خياليه : معتدله

العدسات المقعرة Concave Lenses

نوع الصورة	حجم الصورة	انعكاس الصورة
خياليه : (الصورة أمام العدسه)	مصغرة دائما	معتدله

يجب أن تتذكّر عند استخدام معادلة العدسة الرقيقة لحل مسائل على العدسات المقعرة أن نظام الإشارات للبعد البؤري مختلف عنه للعدسة المحدّبة. فإذا كان البعد البؤري للعدسة المقعرة 24 cm فإن عليك آن تستخدم القيمة $f = -24\ \text{cm}$ في معادلة العدسة الرقيقة. وتكون الصور المتكوّنة بوساطة العدسة المقعرة جميعها وهمية، لذا فإذا كان بُعد الصورة 20 cm عن العدسة فإن عليك أن تستخدم القيمة $d_i = -20\ \text{cm}$. أما بُعد الجسم فيكون موجبًا دائمًا.

في الصور الخياليه :البعد البؤري f و بعد الصورة d_i سالبين
في الصور الحقيقيه :البعد البؤري f و بعد الصورة d_i موجبين

بعد الجسم d_o دائما موجب

عيوب العدسات الكروية Defects of Spherical Lenses

1-الزوغان الكروي 2-الزوغان اللوني

الزوغان الكروي : عدم قدرة العدسة الكروية على تجميع الاشعة المتوازية جميعها في نقطة واحدة . وسببه اتساع سطح العدسة .

علاجه : 1-سقوط الاشعه بالقرب من المحور الرئيس 2-استخدام اكثر من عدسه

الزوغان اللوني : هو عيب يوجد في العدسات ولا يوجد في المرايا حيث يظهر الجسم من خلال العدسة محاطاً بالألوان .
ويحدث عندما تستخدم عدسة مفردة *ويمكن تخفيض عيب الزوغان اللوني باستخدام العدسات اللالونية .
العدسات اللالونية : هي نظام مكون من عدستين أو أكثر كعدسة محدبة مع عدسة مقعرة لهما معاملا انكسار مختلفين .

11–3 تطبيقات العدسات Applications of Lenses

1- العدسات في العينين Lenses in Eyes

العـين البشريـة أداة بصريـة مملوءة بسـائل. وهي على هيئـة وعاء كروي **مكوناتها:**

القرنية : ينتقل الضوء المنبعث أو المنعكس عن الجسم ويتجمع إلى داخل العين من خلالها .

العدسة : مسؤولة عن التجميع الدقيق الذي يسمح برؤية الأجسام البعيدة و القريبة بوضوح تام .

*تستطيع العضلات المحيطة بالعين ان تجعل العدسة تنقبض أو تنبسط . فعندما تنقبض يقل البعد البؤري للعين وتسمح برؤية الأجسام القريبة ، أما عندما ترتخي تسمح برؤية الأجسام **البعيده**

*يمر الضوء بعد انتقاله خلال القرنية إلى العدسة ويتجمع على الشبكية الموجودة في مؤخرة العين . ثم تمتص خلايا متخصصة في الشبكية الضوء وترسل المعلومات بواسطة العصب البصري إلى الدماغ .

++يظن البعض أن العدسه هي التي تجمع الضوء و لكن هذا خاطئ فالقرنيه هي التي تقوم بهذا ++

قصر النظر و طول النظر :

الحالة	السبب	العلاج
قصر النظر	يكون البعد البؤري للعين أقل من البعد البؤري للعين السليمة **تتكون الصورة أمام الشبكيه**	ارتداء عدسات مقعرة
طول النظر	يكون البعد البؤري للعين أكبر من البعد البؤري للعين السليمة **تتكون الصورة خلف الشبكيه**	ارتداء عدسات محدبة

2- التلسكوب (المنظار الفلكي) الكاسر Refracting Telescopes

يستخدم المنظار الفلكي الكاسر العدسات لتقريب الأجسام البعيدة وتكبير صورها. وتستخدم عدسات عينية محدبة لالونية في المنظار دائمًا. وتعمل مجموعة العدسات هذه على إزالة الألوان المحيطة، أو التخلّص من الزوغان اللّوني المتشكّل مع الصورة.

يكون صور وهميه و مكبرة و مقلوبه

3- المنظار Binoculars

يكوِّن المنظار ـ مثل المنظار الفلكي الكاسر ـ صورًا مكبّرة للأجسام البعيدة. ويشبه كل جانب من المنظار تلسكوبًا صغيرًا :

يكون صور مكبرة و معتدله

4- المجهر (الميكروسكوب) Microscopes

تكون صور مقلوبه و مكبرة جدا

كل هذه التطبيقات أعلاه تستخدم محدبه نوعي العدسات (شيئية و عينيه)

5- آلات التصوير Cameras

تستخدم عدسه مفرده لا لونيه

12 التداخل والحيود

12–1 التداخل Interference

الضوء غير المترابط : هو ضوء ذو مقدمات موجية غير متزامنة . مثل ضوء مصباح قريب او عند سقوط المطر بغزارة .

الضوء غير المترابط : لا يظهر متقطعاً أو غير مترابط لأن تردد موجات الضوء كبير جداً .

■ تداخل الضوء المترابط (المتزامن) ■ Interference of Coherent Light

الضوء المترابط : هو الضوء الناتج عن تراكب مصدرين أو أكثر مشكلاً مقدمات موجات منتظمة .

*يمكن توليد مقدمة موجة منتظمة من مصدر نقطي كما يمكن توليدها من مصادر نقطية عدة عندما تتزامن هذه المصادر النقطية جميعها .

مثل : أشعة الليزر .

تفسير الطبيعه الموجيه للضوء : (تجربه الشق المزدوج لـ يونج)

أثبت الفيزيائي الإنجليزي توماس يونج أن للضوء خصائص موجية، وذلك عندما

وجه يونج ضوء مترابط عبر شقين و عندما نفذ الضوء من الشقين وتداخلا و سقطا على شاشه لاحظ أنه لم ينتج ضوء منتظما بل ولد حزم مضيئة وأخرى معتمه سماها يونج (أهداب التداخل)

+الحزم المضيئة التي ظهرت ناتجه عن التداخل البناء +

+الحزم المعتمه التي ظهرت نتجت عن التداخل الهدام+

+استخدم يونج ضوء احادى اللون :وهو ضوء له طول موجي واحد

تعتمد مواقع حزم التداخل البناء و الهدام على الطول الموجي للضوء الساقط .

أهداب التداخل : نمط مكون من حزم مضيئة و أخرى معتمة يحدث نتيجة التداخل البناء و التداخل الهدام .

ضوء أحادي اللون : ضوء له طول موجي واحد فقط .

عندما يستخدم ضوء أبيض في تجربة شقي يونج فإن التداخل يسبب ظهور أطياف ملونة بدلاً من الأهداب المضيئة و المعتمة .

تداخل الشق المزدوج لتوليد ضوء مترابط من ضوء غير مترابط، وضع يونج حاجزًا ضوئيًا ذا شقّ ضيّق أمام مصدر ضوئي أحادي اللون ولأن عرض هذا الشقّ كان صغيرًا جدًا، فقد نفذ الجزء المترابط من الضوء فقط،

الطول الموجي من تجربة شقي يونج $\lambda = \frac{xd}{L}$

الطول الموجي للضوء المقيس بتجربة شقّي يونج يساوي المسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب المضيء الأول على الشاشة، مضروبة في المسافة بين الشقّين، ومقسومة على المسافة بين الشقين والشاشة.

■ التداخل في الأغشية الرقيقة ■ Thin–film Interference

التداخل في الأغشية الرقيقة : التداخل البناء و الهدام للموجات الضوئية بسبب انعكاسها عن الغشاء الرقيق .

تطبيق على التداخل في الأغشية الرقيقة : فقاعات الصابون . فراشة المورفو .

الضوء المنعكس عن الغشاء الرقيق ضوء مترابط .

تعزيز اللون : زيادة شدة إضاءة اللون **لتعزيز اللون يجب أن يكون للموجتان المكونتان للضوء الطول الموجي نفسه**

ملاحظة :

– قد تكون الأغشية الرقيقة متساوية فى السمك أو مختلفة مثل فقاعة الصابون .

– يظهر التعزيز في لون واحد فقط في الأغشية المتساوية في السمك عندما تتحقق الشرط $d = \lambda/4$

– أما في الأغشية مختلفة السمك مثل فقاعة الصابون تظهر جميع الألوان ويتحقق الشرط عند كل سمك في كل لون فتبرز جميعها أي تداخل بناء لها جميعا .

12–2 الحيود Diffraction

إذا عبر الضوء المترابط حافتين متقاربتين يتكوّن **نمط حيود**؛ وهو نمط يتكوّن على شاشة نتيجة التداخل البناء والهدام لموجات هيجنز.

حيود الشق الأحادي Single–Slit Diffraction

كيف يحدث حيود الشق الأحادي ؟

عندما يمر الضوء خلال شق ضيق عرضه أكبر من الطول الموجي للضوء فإنه يحيد عن كلتا الحافتين .

ما هو شكل أهداب الحيود المتكونة ؟

عبارة عن نمط يتكون من هدب مركزي عريض ومضيء مع أهداب أقل سمكاً و أقل إضاءة مع كلا الجانبين **(مضيئة و معتمه وأقل اضاءة)**

كيف تنتج الأهداب المضيئة ، والأقل إضاءة ، و المعتمة ؟

الأهداب المضيئة : نتيجة تداخل أزواج من مويجات هيجنز تداخلاً بناءً .

لأهداب الأقل إضاءة : نتيجة تداخل أزواج من مويجات هيجنز تداخلاً هداما جزئياً .

الأهداب المعتمة : نتيجة تداخل أزواج من مويجات هيجنز تداخلاً هداماً .

الهدب المركزي لحيود الضوء الاحمر أعرض من الهدب المركزي للضوء الازرق

قارن بين عرض الحزمة المركزية المضيئة في نمط حيود الشق الأحادي ؟ ونط تداخل الشق المزدوج ؟

متطابقة لأن تداخل الشق المزدوج ينتج عن تداخل أنماط حيود الشق الأحادي للموجات الناتجة عن الشقين

ما العلاقة بين عرض الحزمة الضوئية و الطول الموجي للضوء ؟

علاقة طردية ، كلما زاد الطول الموجي زاد عرض الحزمة الضوئية .

لاحظ أن المسافات بين الانماط ليست متساوية كما ف تجربة يونج لأن يونج سلط ضوئين وليس ضوء واحد

عرض الحزمة المضيئة في حيود الشق المفرد $2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$

عرض الحزمة المركزية المضيئة يساوي حاصل ضرب ضعفي الطول الموجي في البعد عن الشاشة مقسومًا على عرض الشقّ.

وباختصار العدد 2 من طرفي المعادلة أعلاه تحصل على المسافة بين مركز الهدب المركزي المضيء والهدب المعتم الأول.

يُقدِّم حيود الشقّ الأحادي تصورًا واضحًا للطبيعة الموجية للضوء عندما يتراوح عرض الشقّ بين 10و 100 ضعف الطول الموجي للضوء. أما إذا كانت الفُتحات أكبر من ذلك فإنها تكوّن ظلالاً حادّة، وكان العالم إسحق نيوتن أول من لاحظ ذلك

استفادات الحيود : أداة فعالة لقياس الطول الموجي للضوء عند استخدام عدد كبير من الشقوق بعضها بجانب بعض .

محزوزات الحيود Diffraction Gratings

ما هو محزوز الحيود ؟ وماهي أنواعه ؟ واذكر مثال لكل نوع إن وجد .

محزوز الحيود : أداة مكونة من شقوق عدة مفردة تسبب حيود الضوء مما يساعد في قياس الطول الموجي

أنواعه :

١– محزوز النفاذ : يصنع بعمل خدوش على زجاج منفذ للضوء على صورة خطوط رفيعة جداً باستخدام رأس ألماس حيث تعمل الفراغات بين الخدوش كالشقوق . مثل : المجوهرات .

٢– محزوز طبق الأصل أو المحزوز الغشائي : يصنع بضغط صفيحة بلاستيك على محزوز زجاجي وعندما تسحب الصفيحة تترك على سطحها أثر مماثل للمحزوز الزجاجي .

٣– محزوز الانعكاس : يصنع بحفر خطوط رفيعة جداً على سطوح معدنية أو زجاج عاكس . مثل : انعكاس الضوء الأبيض عن سطح قرص مدمج .

قياس الطول الموجي

ما هو الجهاز المستخدم لقياس الطول الموجي ؟ المطياف

ما هو جهاز المطياف ؟

هو جهاز يستخدم لقياس الطول الموجي حيث يبعث المصدر المراد تحليله ضوءاً يوجه نحو الشق فينفذ خلاله ثم يسقط على محزوز حيود يمكن مشاهدته بتلسكوب المطياف .

ما هو شكل نمط الحيود المتكون من محزوز الحيود ؟ عبارة عن أهداب مضيئة ضيقة تفصلها مسافات متساوية .

كلما زاد عدد الشقوق لكل وحدة طول من المحزوز تكوّنت أهداب أكثر ضِيقاً في نمط الحيود. لذا يمكن قياس المسافة بين الأهداب المضيئة باستخدام المطياف بدقة أكبر، مقارنة باستخدام الشقّ المزدوج.

الطول الموجي من محزوز الحيود $\lambda = d \sin\theta$

الطول الموجي للضوء يساوي المسافة الفاصلة بين الشقوق مضروبة في جيب الزاوية التي يتكوّن عندها الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى.

ويحدث التداخل البنّاء بوساطة محزوز الحيود عند زوايا على جانبي الهدب المركزي المضيء، ويعبَّر عنه من خلال المعادلة $m\lambda = d \sin\theta$، حيث $m = 0,1,2...$، ويحدث الهدب المضيء المركزي عند m=0.

قوة التمييز للعدسات Resolving Power of lenses

- تعمل العدسة المستديرة في المنظار الفلكي و المجهر و عدسة العين عمل ثقب يسمح للضوء بالمرور خلاله ويسبب حيود للضوء فتنتج حلقات ومعتمة متعاقبة بواسطتها .

+اذا كان هناك نجمان قريبا من بعض جدا فان صورتيهما تتداخلان مما يؤدي الى عدم معرفه هل هو نجم واحد ام نجمان و وضع العالب ريليه معيار لتحديد اذا كان هناك نجم ام نجمان في مثل هذه الصورة

– ينص معيار ريليه على انه إذا سقط مركز البقعة المضيئة لصورة احد النجمين على الحلقة المعتمة الاولى للنجم الثاني فإن الصورتين تكونان عند حد الفصل أو التمييز . أي أنه في هذه الحاله يكون المشاهد قادرا على التمييز بين وجود نجم أو نجمين

– إذا كانت الصورتان عند حد التمييز فيبعد مركزا البقعتين المضيئتين للصورتين أحدهما عن الآخر x و تحدد بمعيار ريليه

معيار ريليه $x_{\text{الجسم}} = \frac{1.22\lambda L_{\text{الجسم}}}{D}$

المسافة الفاصلة بين جسمين عندما يكونان عند حد التمييز تساوي 1.22 مضروبًا في الطول الموجي للضوء والمسافة من الفتحة المستديرة إلى الجسمين مقسومًا على قطر الفتحة المستديرة.

الحيود في العين البشرية :

إن تطبيق معيار ريليه لإيجاد قدرة العين على التمييز بين مصدرين متباعدين يدل على أن العين البشرية لها القدرة على التمييز بين الضوءين الأماميين لمركبة (المسافة بينهما 1.5m) على بعد 7km وعملياً لا يحد الحيود من عمل العين .

***تدعي بعض الشركات انها طورت تلسكوبات محدوده الحيود و هذا خاطئ لان اصلا الضوء عندما يعبر الغلاف الجوي يكون حدث له تغيرات تسبب الحيود لذلك التلسكوبات خارج الغلاف الجوي مقاومة للحيود بشكل كبير**

***كلما كبر قطر مرآة المنظار الفلكي زادت قدرته على تمييز المصادر النقطيه و بالتالي يقاوم الحيود جزئيا**

***تلسكوب هابل هو من أقدر التلسكوبات على تمييز المصادر النقطيه لانه يقع خارج الغلاف الجوي**