السلوك الموجي للضوء



أمواج الضوء والألوان- الدرس الأول- كيف نعرف أن الضوء موجة؟

ارتبط جدل قديم استمر بين العلماء بالسؤال التالي: "**هل الضوء موجة أم تيار من الجسيمات؟**" . ونتيجة لهذا الجدل حصل انقسام بين علماء الفيزياء شديدي الملاحظة والمميزين ، والذين قدموا أدلة ثرية لصالح كل طرف. في الحقيقة ، يتصرف الضوء وفق الطبيعتين الموجية والجسيمية. وفي هذه الوحدة من فيزياء الصف التعليمي سيكون التركيز على الطبيعة الموجية للضوء.

يسلك الضوء سلوكيات معينة تشكل سمة لأي موجة، وبالتالي سيكون من الصعب شرحها وفق وجهة نظر الطبيعة الجسيمية البحتة. ينعكس الضوء بنفس الطريقة التي تنعكس بها أي موجة، وينكسر بنفس الطريقة التي تنكسر بها أي موجة، ويحيد الضوء بنفس الطريقة التي تحيد بها أي موجة، كما يخضع الضوء للتداخل بنفس الطريقة التي تتداخل بها أي موجة. ويتصرف الضوء وفق تأثير دوبلر

(**Doppler effect**) كما تتصرف أي موجة وفق هذا التأثير.

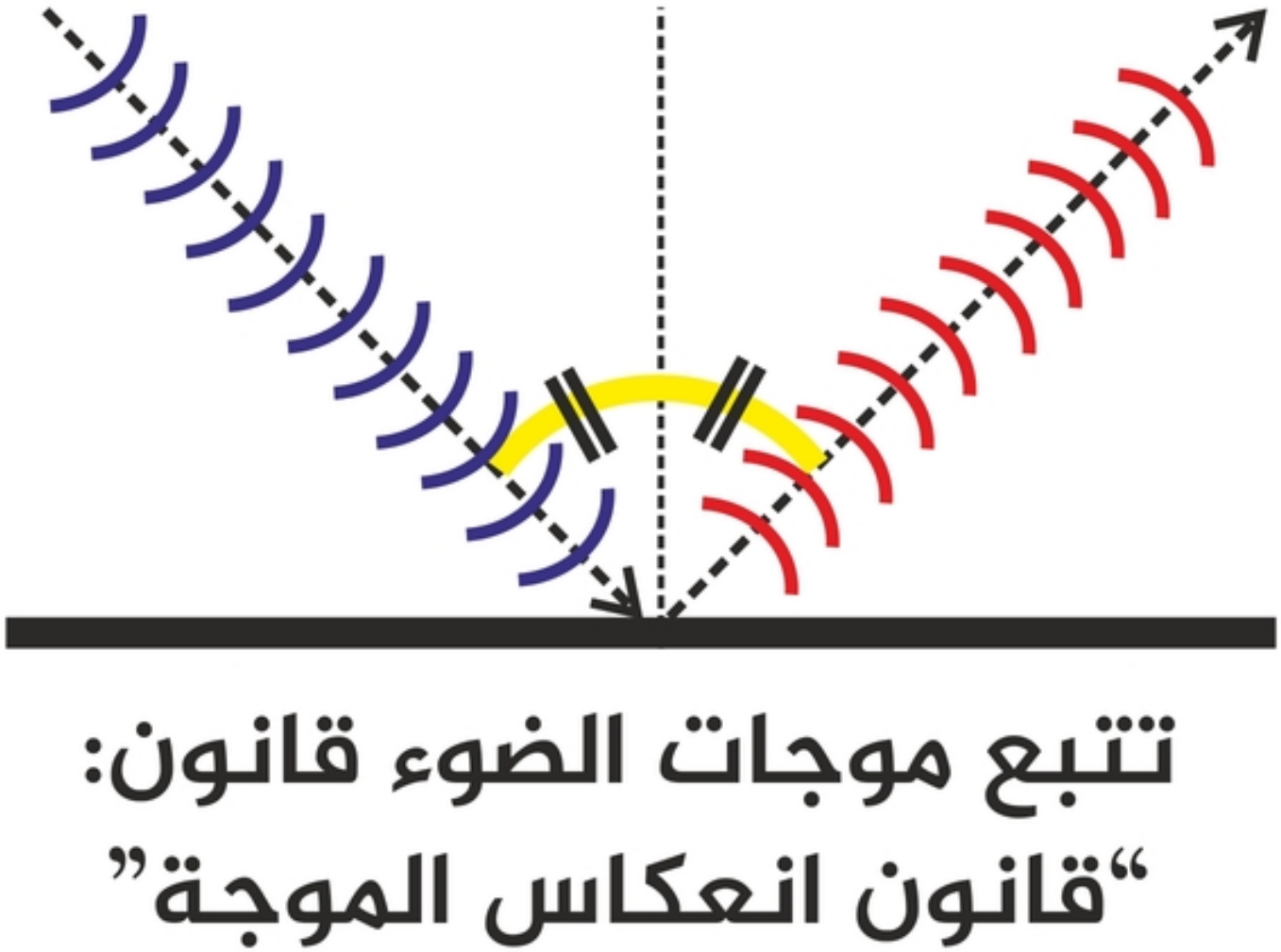
يتصرف الضوء بطريقة تنسجم مع فهمنا النظري والرياضي للموجات. وحيث أن الضوء يتصرف كموجة، فإن للمرء سبب وجيه للاعتقاد بأن الضوء ربما يكون موجة. في الدرس الأول، سنبحث في مجموعة متنوعة من السلوكيات، والخصائص، والسمات الخاصة بالضوء والتي يبدو أنها تدعم النموذج الموجي للضوء. في هذه الصفحة سوف نركز على ثلاثة سلوكيات معينة وهي: الانعكاس (**reflection**)، والانكسار (**refraction**)، والحيود (**diffraction**).

لا تتوقف الموجة عندما تصل إلى نهاية الوسط المادي . بدلا من ذلك، فإنها تخضع لسلوكيات معينة عندما تواجه نهاية الوسط، وبشكل خاص، سيكون هناك بعض الانعكاس عند الحد الفاصل، وبعض النفاذ ((**transmission**) للوسط الجديد. تخضع الموجة النافذة للانكسار (أو الانحناء)).

عندما تقترب من الحدود بزاوية، إذا احتوت الحدود على حاجز ضمن الوسط، وكانت أبعاده أصغر من الطول الموجي للموجة عندئذ سيكون هناك حيود ملحوظ جدا للموجة حول الجسم. يتميز كل واحد من هذه السلوكيات – الانعكاس، والانكسار، والحيود- بمبادئ مفاهيمية محددة وبمعادلات رياضية. والآن سنرى كيف ستثبت موجات الضوء طبيعتها الموجية من خلال الانعكاس والانكسار والحيود.

انعكاس موجات الضوء

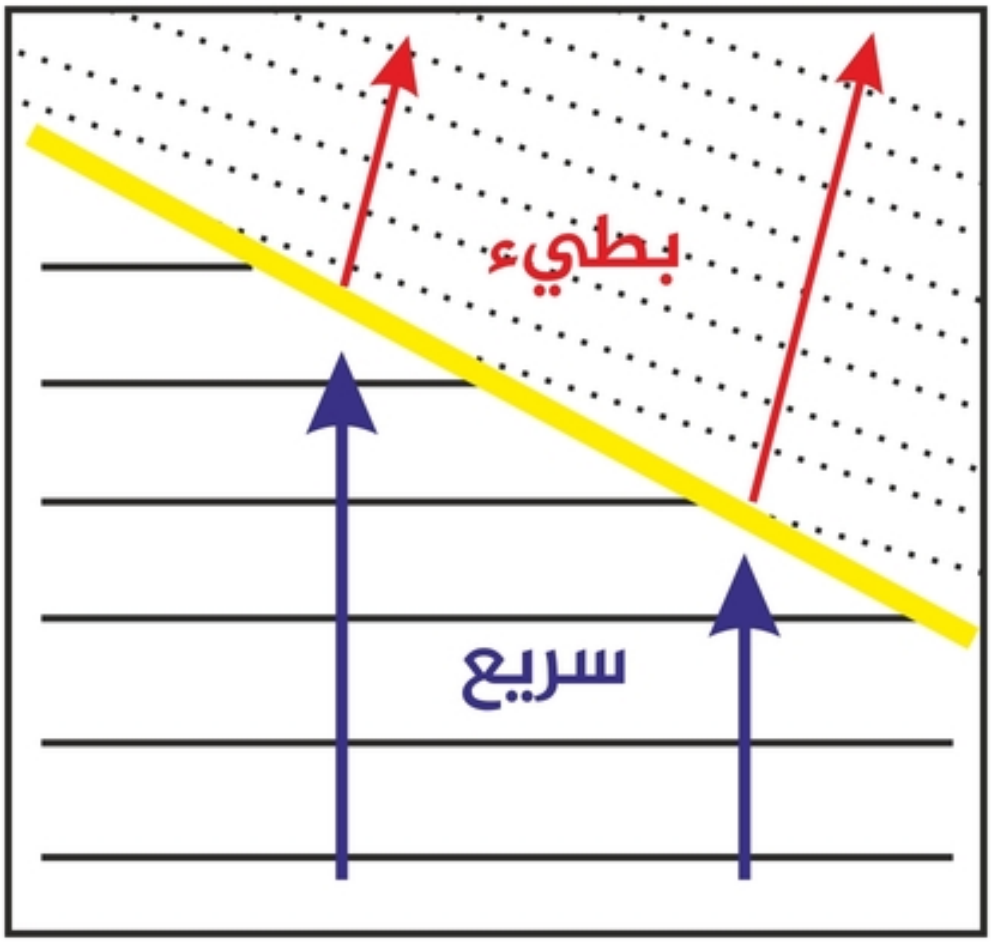
من المعروف أن جميع الموجات تنعكس أو ترتد عندما تواجه عائقاً. اعتاد معظم الناس على حقيقة أن الضوء ينعكس، ويظهر انعكاس الضوء عن سطح المرآة على شكل خيال (**image**). أحد السمات التي تميز انعكاس الضوء هي أن زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس. تُلاحظ هذه الخاصية أيضا في موجات الماء، والصوت. وتُلاحظ أيضا في موجات الضوء. فالضوء كأي موجة أخرى يتبع قانون الانعكاس عندما يرتد عن السطوح. إذا، يكفي أن نقول أن السلوك الانعكاسي للضوء يقدم دليلاً على الطبيعة الموجية للضوء.



قانون انعكاس الموجة

انكسار موجات الضوء

من المعلوم أن جميع الموجات تخضع للانكسار عندما تنتقل من وسط لآخر. يحصل ذلك عندما تخضع حركة مقدمة الموجة لتغير مفاجئ، هذا المسار يمسى "انحناء أو انكسار". يمكن وصف هذا السلوك الموجي وفق المبادئ النظرية والرياضية. أولاً، يعتمد اتجاه الانحناء على السرعة النسبية لكلا الوسطين، ستنحني (تنكسر) الموجة باتجاه واحد عندما تمر من وسط تكون سرعتها فيه بطيئة باتجاه وسط تكون سرعتها فيه كبيرة، أما إذا كانت تتحرك في وسط سريع ثم انتقلت إلى وسط بطيء فإن مقدمة الموجة ستنحني بالاتجاه المعاكس. ثانيا، يعتمد مقدار الانكسار على السرعة الحقيقية لكلا الوسطين على جانبي الحدود الفاصلة.



يكشف السلوك الانكساري للضوء أن للضوء خاصية موجية

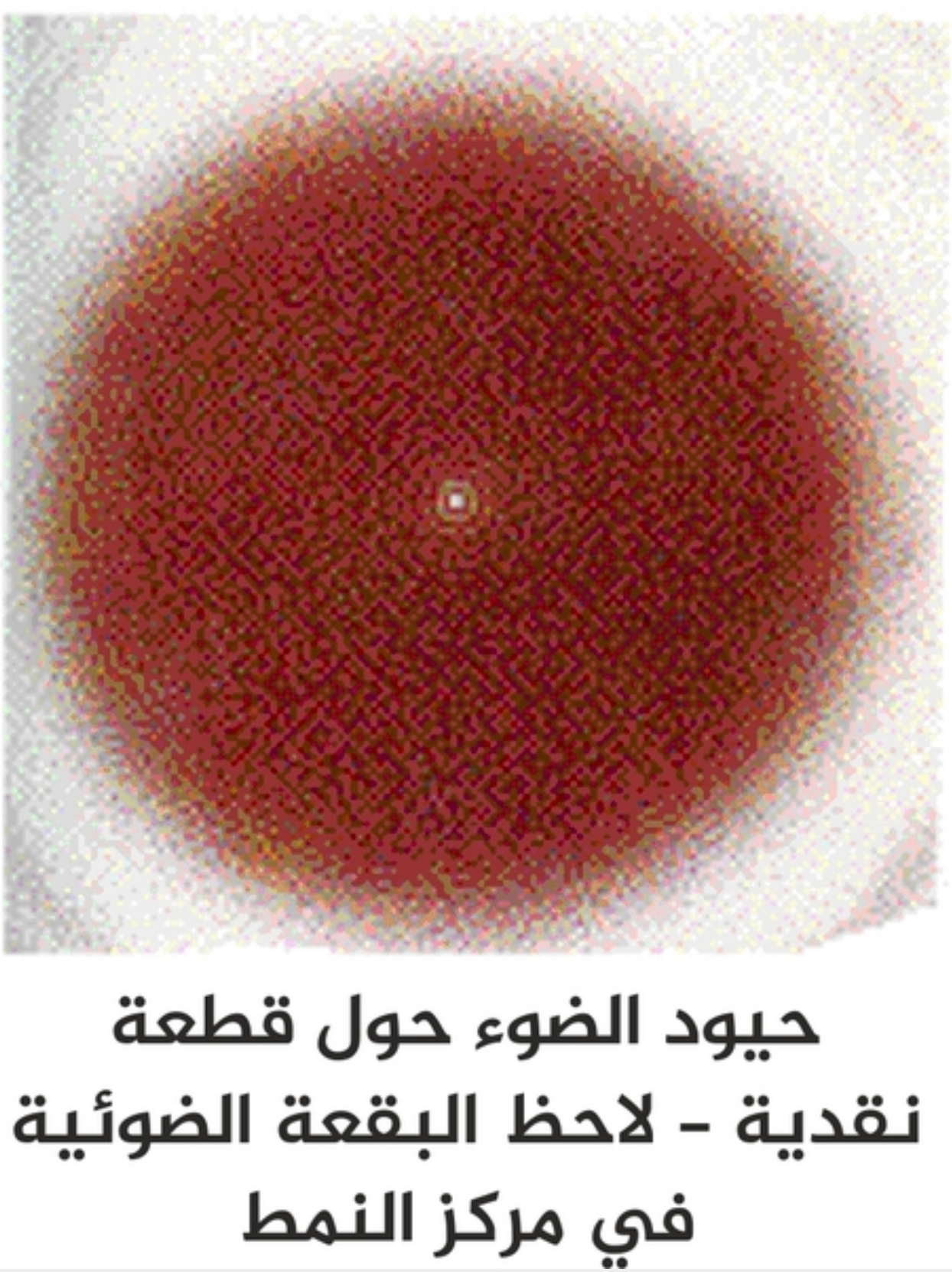
يكشف السلوك الانكساري للضوء أن للضوء خاصية موجية

إن مقدار الانحناء هو سلوك قابل للقياس وفق معادلات رياضية واضحة. تعتمد هذه المعادلات على سرعات الموجة ضمن الوسطين وعلى الزوايا التي مرت بها من وسط إلى آخر وخرجت منه. فالضوء كأي موجة أخرى من المعروف أنه ينكسر عندما يمر من وسط لآخر. في الحقيقة، تكشف دراسة انكسار الضوء أن السلوك الانكساري للضوء يتبع نفس القواعد النظرية والرياضية التي تحكم سلوك انكسار موجات أخرى مثل موجات الصوت وموجات الماء. في الوقت الراهن، يكفي أن نقول أن سلوك انكسار الضوء هو دليل على الطبيعة الموجية للضوء.

حيود موجات الضوء

يتضمن الانعكاس تغيراً في اتجاه الموجات عندما ترتد عن حاجز ما. ويتضمن انكسار الموجات تغيراً في اتجاه الموجات عندما تمر من وسط لآخر. أما حيود الموجات فيتضمن تغيراً في اتجاه الموجات عندما تمر عبر فتحة أو حول عائق يعترض مسارها. تمتلك موجات الماء القدرة على الحركة حول الزوايا، والعوائق، وعبر الفتحات. وكذلك الأمر بالنسبة لموجات الصوت. لكن ماذا عن الضوء؟ هل تنحني موجات الضوء حول العوائق أو عبر الفتحات؟ إذا كان الأمر كذلك، فإن من شأن هذا أن يقدم دليلاً إضافياً ليدعم الاعتقاد بأن الضوء يتصرف كموجة.

عندما يواجه الضوء عائقا في مساره، فإن العائق يحجب الضوء ويميل إلى التسبب في تشكل ظل في المنطقة التي تقع خلف الحاجز. لا يمتلك الضوء قدرة ملحوظة على الانحناء حول العائق وملئ المنطقة المحيطة به بالضوء. ومع ذلك، فالضوء يحيد حول العوائق. في الحقيقة، إذا راقبت الظل بإمعان ستلاحظ أن حوافه غير واضحة للغاية.

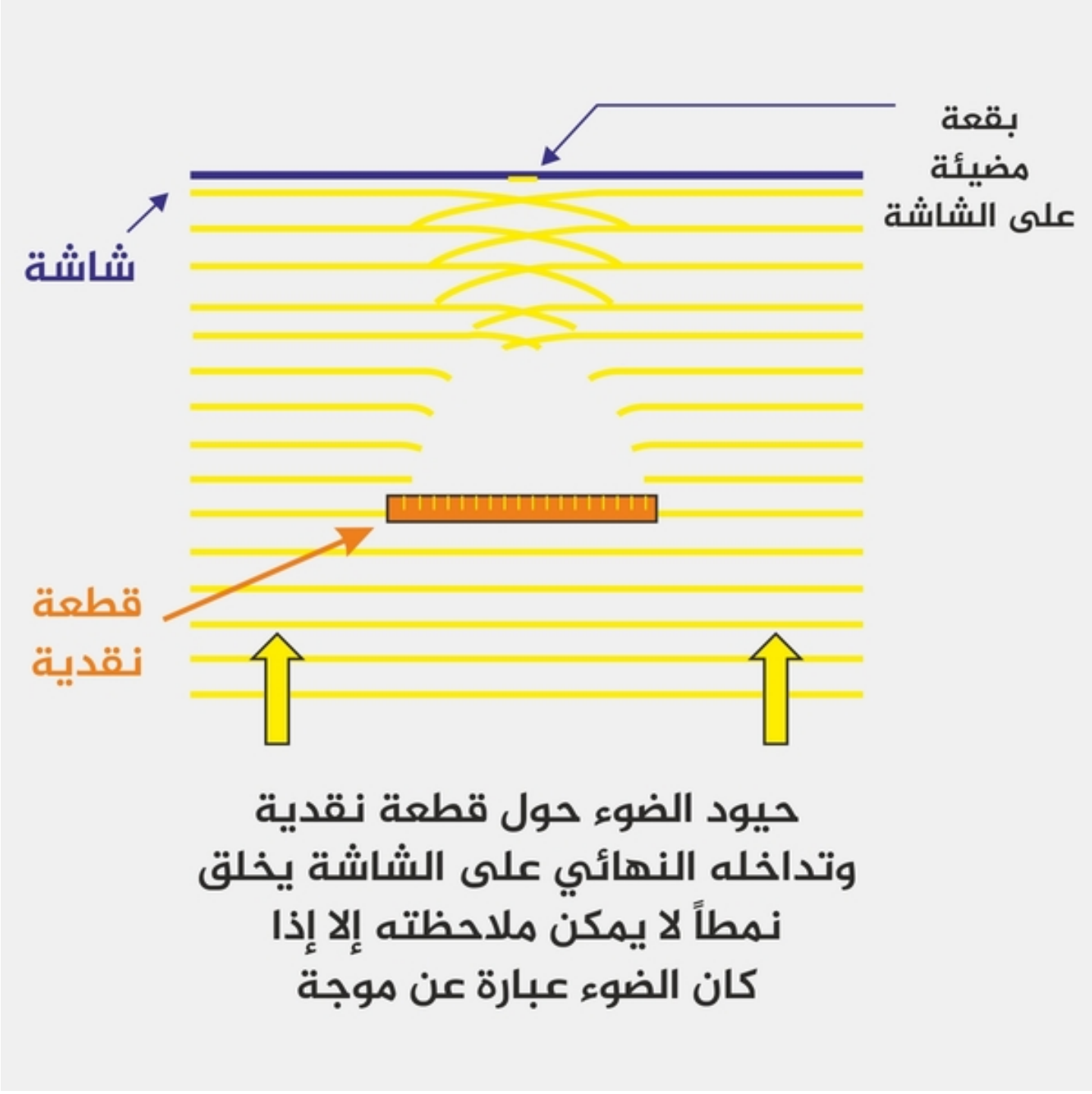


حيود الضوء حول قطعة نقدية ـ لاحظ البقعة الضوئية في مركز النمط

تحدث آثار التداخل (**Interference**) تبعا لحيود الضوء حول الجوانب المختلفة للعائق، مما يتسبب في ظل مشوش للجسم، وغالبا ما يتم توضيح هذا الأمر في فصول الفيزياء عبر وصف ضوء الليزر والقطعة النقدية. إن حيود الضوء حول الحافة اليمنى من القطعة النقدية

قد يكون تداخلا بناءً أو هداماً مع حيود الضوء حول الحافة اليسرى من قطعة النقود. والنتيجة نشوء نمط من التداخل، يتكون النمط من حلقات متبادلة من الضوء والظلام. يُلاحظ هكذا نمط إذا توجه شعاع ضوئي أحادي اللون **monochromatic light** (ضوء يتكون من طول موجي واحد) بشكل مباشر عبر القطعة النقدية.

تُظهر الصورة على اليمين نمط التداخل الناشئ عن هذه الطريقة. وحيث أن موجات الضوء تحيد حول حواف القطعة النقدية، فإن الموجات تتكسر إلى مقدمات موجية مختلفة تتلاقى في نقطة على الشاشة لتنتج نمطاً من التداخل يظهر في الصورة. هل يمكنك تفسير هذه الظاهرة بدقة وفق الطبيعة الجسيمية للضوء؟ يوفر الحيود المذهل الحاصل مع قطعة النقود سبباً آخراً بجعل الاعتقاد بأن الضوء يمتلك طبيعة موجية أمراً منطقياً. وسوف تناقش آثار التداخل هذه بمزيد من التفصيل لاحقاً في هذا الدرس.



حيود الضوء حول قطعة نقدية وتداخله النهائي على الشاشة يخلق نمطاً لا يمكن ملاحظته إلا إذا كان الضوء عبارة عن موجة

يتصرف الضوء كموجة ـ يخضع للانعكاس، والانكسار، والحيودتماماً كأي موجة ـ. ولكن مازال هناك أكثر من سبب للاعتقاد بأن للضوء طبيعة موجية. تابع معنا الدرس الأول لتعرف المزيد عن سلوكيات الضوء التي لا يمكن تفسيرها بالطبيعة الجسيمية البحتة للضوء.

- التاريخ: 2016-04-15
- التصنيف: اسأل فلكي أو عالم فيزياء

#الضوء #انكسار الضوء #سلسلة أمواج الضوء والألوان #انعكاس الضوء #حيود الضوء

المصادر

- physicsclassroom

المساهمون

- ترجمة
  - خزامى قاسم
- مُراجعة
  - سومر عادلة
- تحرير
  - أنس الهود
  - أنس عبود
- تصميم
  - علي كاظم
- نشر
  - مي الشاهد