

**الضوء**



**إعداد الطالب:**

مقدمه:

قديماً، قبل القرن التاسع عشر، كان التفكير في الضوء على أنه سيل من الجسيمات التي إما تصدر من العين، او من الجسم الذي ننظر إليه. قاد فكرة أن الضوء عبارة عن جسيمات تنطلق من الأجسام التي نراها العالم إسحاق نيوتن، واستخدم هذه الفكرة لتفسير ظاهرتي الانعكاس والانكسار. بقي القبول لدى العلماء لفرض نيوتن سيد الموقف حتى عام 1678 حيث اقترح الفيزيائي والفلكي الهولندي كرستيان هويجنس (بالإنجليزية: Christian Huygens) أن الضوء عبارة ن نوع من الأمواج، وتمكنت النظرية الموجية لهوغينس من تفسير ظاهرتي الانعكاس والانكسار للضوء. وفي عام 1801 تمكن العالم ثوماس يونغ (بالإنجليزية: Thomas Young) من إثبات أن الضوء موجة، عن طريق جعل الضوء يتداخل، الأمر الذي سوف يؤدي إلى انخفاض شدة الضوء (أو اختفائه بالكامل)، أو زيادة شدة الضوء (أو تضاعف شدته) هاتين الظاهرتين يعرفان بالتداخل الهدام والتداخل البناء على الترتيب. ثم لحق ذلك نشر ماكسويل (بالإنجليزية: Maxwell) لعمله في الكهرباء والمغناطيسية في عام 1873 الذي دعم أيضاً النظرية الموجية للضوء.

**تعريف الضوء**

الضوء أو الضوء المرئي هي طاقة مشعة يشار إليها بأنها إشعاع كهرومغناطيسي مرئي للعين البشرية، ومسؤول عن حاسة الإبصار. يتراوح الطول الموجي للضوء ما بين 400 نانومتر (nm) أو 400×10−9 م، إلى 700 نانومتر - بين الأشعة تحت الحمراء (الموجات الأطول)، والأشعة فوق البنفسجية (الموجات الأقصر). ولا تمثل هذه الأرقام الحدود المطلقة لرؤية الإنسان، ولكن يمثل النطاق التقريبي الذي يستطيع أن يراه معظم الناس بشكل جيد في معظم الظروف. تقدر أطوال الموجات للمصادر المختلفة للضوء المرئي ما بين النطاق الضيق (420 إلى 680) إلى النطاق الأوسع ( 380 إلى 800) نانومتر. يستطيع الأنسان تحت الظروف المثالية أن يرى الأشعة تحت الحمراء على الأقل التي يصل طولها الموجي 1050 نانومتر، والأطفال والشباب يستطيعون رؤية ما فوق البنفسجية ما بين حوالي 310 إلى 313 نانومتر.

الخصائص الأساسية للضوء المرئي هي الشدة، اتجاه الانتشار، التردد أو الطول الموجي والطيف، والاستقطاب، بينما سرعته في الفراغ، تقدر بـ (299,792,458 م/ث) وهي احدى الثوابت الأساسية في الطبيعة.

من القواسم المشتركة بين جميع أنواع الاشعاع الكهرومغناطيسي (EMR)، أن الضوء المرئي ينبعث ويمتص في هيئة "حزم" صغيرة تدعى الفوتونات يمكن دراستها كجسيمات أوالموجات. وتسمى هذه الخاصية بازدواجية موجة الجسيمات. تعرف دراسة الضوء باسم البصريات، وهي مجال بحثي مهم في الفيزياء الحديثة.

يطلق كلمة ضوء في الفيزياء أحيانا إلى الإشعاع الكهرومغناطيسي لأي طول موجي، سواء كان مرئي أم لا. وترتكز هذه المقالة على الضوء المرئي. أما كمصطلح عام فراجع مقالة الإشعاع الكهرومغناطيسي.

**تاريخ**

توصل الإغريق القدماء إلى بعض النظريات في مجال الضوء، وفتحت آفاق دراسة، لكنها كانت في الأغلب نظرية، ولم تتح الفرصة للبحث العملي لهذا الجانب الحيوي إلا على يد عدد من العلماء المسلمين في القرون الوسطى، ويأتي في مقدمتهم الحسن بن الهيثم.

وكانت أبرز إسهامات الحسن بن الهيثم (354- 430هـ، 965-1039م) في كتاب المناظر الاهتداء إلى طبيعة الضوء و وظائفه وحالة القمر وقوس قزح والمرايا ذات القطع المتكافئ، والمرايا الكروية والكسوف والخسوف والظلال. فانتفع بعلمه بالبصريات وإنتاجه الغزير كل من روجر بيكون، وفيتلو البولندي، وليوناردو دافينشي، ويوهان كبلر. وقد ترجم كتابه المناظر أكثر من خمس مرات إلى اللاتينية، وفيه يؤكد على أن الضوء مستقل عن اللون، وحلل لأول مرة عملية الإبصار، وأشعة الضوء التي ذهب من سبقوه إلى أنها تنبعث من العين إلى الأجسام فنراها، في حين قال ابن الهيثم:

«إنها تصدر عن كل نقطة من نقاط الجسم فتصل إلى العين، وتنقل إليها وإلى المخ صورة الشيء.»

وأهتم ابن الهيثم بالعدسات وقال إن تكبير العدسة يتوقف على مقدار تحدُّبها، كما درس الانكسار والانعكاس.

لم يظهر عالم في الضوء يعتد به بعد ابن الهيثم إلا في القرن 17 أي بعد نحو سبعة قرون. ففي سنة 1666م اكتشف العالم الإنجليزي السير إسحق نيوتن أن الضوء الأبيض مؤلف من جميع الألوان، ووجد باستخدام المنشور أن كل لون في الشعاع الأبيض يمكن أن يفصل. ووضع نيوتن نظرية تقول إن الضوء يتألف من أجسام صغيرة تنتقل في خطوط مستقيمة خلال الفراغ، وسمّى النظرية نظرية الجسيمات الضوئية[محل شك]. وفي نفس الوقت الذي وضع فيه نيوتن نظريته للضوء، قال الفيزيائي والفلكي الهولندي كريستيان هويجنز إن الضوء يتألف من موجات. وقدم نظريته الموجية لشرح طبيعة الضوء. وتبدو النظريتان نظرية الجسيمات الضوئية والنظرية الموجية متضادتين تمامًا، وقد دارت مجادلات بين العلماء حولهما لحوالي 100 سنة. وفي بداية القرن 19 شرح الفيزيائي الإنجليزي توماس يونغ تداخل الضوء وأوضح أن الشعاعين من الضوء يلغي أحدهما الآخر تحت شروط محددة. وتتصرف موجات المياه بنفس الطريقة لكن بسبب صعوبة فهم كيفية حدوث التداخل بين الجسيمات قبل معظم العلماء تجربة يونغ كبرهان على النظرية الموجية للضوء.

**طبيعة الضوء**

كان العلماء خلال القرن 19 يظنون أن الضوء موجة تنتقل كما تنتقل الموجة المائية. وقد راجت النظرية الموجية للضوء لأنها مكّنت العلماء من تفسير ظاهرة نمط التداخل، وهي خطوط ساطعة وأخرى مظلمة حصل عليها العلماء من التجارب الضوئية. وإذا كان الضوء موجة فماهي هذه الموجات؟ موجات الماء سهلة التفسير لأنها تسير خلال سطح الماء بينما الماء نفسه يتحرك إلى أعلى وأسفل. وبالنسبة لعلماء القرن 19 كان الضوء يبدو مختلفًا عن موجات الماء بسبب انتقاله في الفضاء من الشمس والنجوم الأخرى إلى الأرض، فافترضوا أن موجات الضوء يجب أن تنتقل خلال مادة تمامًا كما هو الحال بالنسبة لموجات المياه التي تنتقل خلال الماء. وأطلق العلماء على هذه المادة اسم الأثير، بالرغم من أنهم لم يتوصلوا إلى مايبرهن على وجود هذه المادة. واستطاع العلماء بنهاية القرن 19 التوصل إلى أن موجات الضوء تتألف من مناطق تعرف بالمجالات الكهربائية و الحقول أو المجالات المغنطيسية.

يبدأ النموذج البسيط لموجة الضوء بشعاع (خط مستقيم) يوضح اتجاه انتقال الضوء. وتمثل الأسهم القصيرة التي على طول الشعاع، والمتعامدة (زاوية قائمة) عليه، المجال الكهربائي. وتشير بعض الأسهم إلى الأعلى من الشعاع والأسهم الأخرى تشير إلى الأسفل منه. وهي تختلف في الطول، لذلك فإن النمط الكلي لرؤوس الأسهم يُشْبه الموجة والأسهم التي تمثل الحقل المغنطيسي هي أيضًا تشبه الموجة ولكن هذه الأسهم تصنع زاوية قائمة مع الأسهم التي تمثل الحقل الكهربائي. وهذا النمط يتحرك خلال الشعاع وهو الضوء. أثبتت التجارب في بداية القرن 20 أن العلماء في النهاية تركوا فكرة الأثير. وأدركوا أن موجة الضوء، بوصفها نمطًا منتظمًا من الحقول الكهربائية والمغنطيسية، يمكن أن تنتقل عبر الفضاء.

موجة يتغير فيها المجال الكهربي E متعامدا على موجة يتغير فيها مجال مغناطيسي B. وتنتشر الموجة في الاتجاه k العمودي على المستوي الذي ينغير فيه المجالان (أي من اليسار إلى اليمين)

**الفوتون**

اقترح العالم الفيزيائي الألماني ألبرت أينشتاين في سنة 1905 نموذجًا للضوء، وهو مفيد تمامًا مثل النموذج الموجي. يتصرف الضوء في بعض التجارب كما لو أنه جسيمات، ونسمّي هذا النوع من الجسيمات الآن الفوتونات. وفي نموذج أينشتاين فإن شعاع الضوء هو المسار الذي يسلكه الفوتون. فمثلاً عندما يرسل المصباح شعاعًا من الضوء خلال غرفة مظلمة فإن شعاع الضوء يتألف من عدد كبير من الفوتونات، وكل واحد منها يسير في خط مستقيم. فهل الضوء موجات أو جسيمات؟ فيما يبدو، لا يمكن أن يكون النموذجان معًا، لأن النموذجين مختلفان تمامًا. وأفضل إجابة أن الضوء لا هذا ولا ذاك. ويتصرف الضوء في بعض التجارب كما لو أنه موجة، وفي بعضها الآخر كما لو أنه جسيمات. وللضوء في الفراغ سرعة واحدة، بعكس الأنواع الأخرى من الموجات، وهي أقصى سرعة ممكنة لأي شيء. ولا يفهم العلماء كنه هذه الحقيقة. والحقيقة التي تنص على أن الضوء في الفراغ يملك سرعة واحدة وهي واحدة من أسس النظرية النسبية لأينشتاين.

عندما يدخل الضوء مادة ما يصطدم بالذرات التي تعطل سيره، إلا أنه يسير بسرعته المعتادة بين ذرة وأخرى.

**الطيف المرئي والكهرومغناطيسي**

**الطيف الكهرومغناطيسي**

يمكن تعريف هذا المدى من طيف الموجات الكهرومغناطيسية بإنه ذلك الطيف الذي يمكن أن يؤثر في العين فتحس بالرؤية، ويبدأ طيف الضوء المرئي عند اللون البنفسجي وينتهي عند اللون الأحمر. ونظرًا لأن حساسية العين تختلف باختلاف طول موجة الأشعة الضوئية المستقبلة فهي قادرة على التمييز بين الألوان المختلفة. وتكون حساسية العين أكبر ما يمكن عند الطول الموجي الذي يقع بين الأخضر والأصفر. وتقاس أطوال الموجات الضوئية بوحدات صغيرة جدا مثل الميكرومتر والنانومتر والانجستروم.

يمكن ملاحظة اختلاف الطول الموجي بالعين ثم يترجم داخل العقل للون من الأحمر وهو ذو أطول موجة حيث أن طوله الموجي 700 نانومتر، والبنفسجي ذو أقصر طول موجي حيث أن طوله الموجي حوالي 400 نانومتر، وبينهم ترد مختلف الألوان كالبرتقالي، والآخضر، والأزرق.

الطول الموجي الطيف الكهرومغناطيسي خارج مجال رؤية العين يطلق علية الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء. تستطيع بعض الحيوانات رؤية بعض الأطوال الموجية الطويلة مثل النحل.

إن تعرض الجلد للأشعة فوق البنفسجية لفترة طويلة يمكن أن يسبب حروق الشمس أو سرطان الجلد، ونقص التعرض يسبب نقص فيتامين د.

**خواص الضوء**

**انكسار الضوء**

مثال على انكسار الضوء. انحناء القشة بسبب انكسار الضوء لأنه يدخل السائل عن طريق الهواء.

الانكسار تغير اتجاه مسار الموجة عندما تنـتقل من وسط مادة إلى وسط مادة آخر. تنكسر الموجات (تنثني) عندما تنتقل بزاوية من وسط إلى آخر حيث تكون سرعة الضوء مختلفة. والواقع أن القشة الموضوعة داخل كوب به ماء تبدو منكسرة عند سطح الماء. لأن سرعة الضوء في الماء أقل منها في الهواء. يتحدد مقدار انثناء شعاع ذي طول موجي معين، عند انتقاله من وسط إلى آخر، بوساطة قانون الانكسار (قانون سنيل) بين الوسطين لذلك الطول الموجي.

تعتمد أغلب قوانين الانكسار على العلاقة بين زاوية الشعاع في الهواء وزاويته في وسط مثل الزجاج أو الكوارتز (المرو) أو البلاستيك. كما أن ألوان الضوء المختلفة لا تنكسر بالدرجة نفسها، ذلك لأن لها أطوالاً موجية مختلفة وتردد ثابت. وبسبب هذه الخاصية الضوئية، تتحلل أشعة الضوء إلى ألوان الطيف السبعة. والمنشور يعمل على أساس هذا المبدأ. وتستخدم خاصية الانكسار في العدسات لمعالجة الضوء من أجل تغيير حجم ووضوح الصور. ومن الامثلة على ذلك العدسات المكبرة، النظارات، العدسات اللاصقة، المجاهر والتلسكوبات الأنكسارية.

**التداخل**

يعرف الضوء في معظم الحالات بأنه موجات لكل منها قمة وقاع. فعندما تمر موجتان ضوئيتان خلال نفس النقطة فإنهما تتداخلان في بعضهما لذلك فإنهما تجمعان أو تطرحان بعضهما من بعض. افترض أنه متى ما مرت قمة لموجة خلال النقطة فإنه تمر في الوقت نفسه قمة لموجة أخرى. وتجتمع القمتان مع بعضهما لتعطيا قمة كبرى. وتسمى هذه العملية التداخل البَنَّاء، وتعطي ضوءًا ساطعًا أكثر مما تعطيه أي موجة منفردة. وإذا افترضنا بدلاً من ذلك أنه متى ما وجدت قمة لموجة تمر خلال النقطة كان هناك قاع لموجة أخرى تمر خلاله، فإن القاع سوف يقلل من ارتفاع القمة ويترك النقطة معتمة أو مظلمة. وتسمى هذه العملية بالتداخل الهدام.

ووجود ظاهرة التداخل التي ينتج عنها سطوع أو تعتيم للضوء هي من أقوى الحجج التي تؤيد النظرية الموجية للضوء. وتنتج جميع أنواع الموجات أنماطاً من التداخل البَنَّاء والهدَّام عندما تمر خلال فتحتين صغيرتين متجاورتين.

وقد برهن العالم الإنجليزي توماس يونغ في بداية القرن 19 في تجربته الشهيرة على الطبيعة الموجية للضوء بإرسال شعاع ضوئي خلال فتحتين ضيقتين. ويصل الضوء الذي يخرج من الفتحتين إلى شاشة. فإذا كانت طبيعة الضوء غير موجية، فإنه يظهر على الشاشة كنقطتين ساطعتين ضيقتين، كل واحدة منهما تخرج من فتحة، لكن الواقع أنه عندما يخرج الضوء من كل فتحة، فإنه ينتشر مع الضوء الآخر، وتمتلئ الشاشة بخطوط مضيئة وأخرى معتمة تسمى الأهداب. تتكون أهداب لامعة عندما تصل الموجتان قمة مع قمة لتعطي تداخلاً بناء. وتتكون أهداب معتمة عندما تصل الموجتان قمة مع قاع لتعطي تداخلاً هدامًا.

**الحيود والانتشار**

أحد الخصائص الأكثر وضوحا للعين المجردة هو الضوء الذي ينتشر بخط مستقيم، ويسمى هذا النوع من الانتشار الحُيُودُ. فالحيود كما في التداخل ناتج من الحقيقة التي تنص على أن الضوء يتصرف كموجة. وتنتشر موجة الضوء قليلاً عندما تسير خلال فتحة صغيرة، أو حول جسيم صغير، أو يمر خلال حافة. وتنتشر كذلك موجات المياه، لكن الفتحات والأجسام التي تسبب الانتشار يجب أن تكون أكبر من تلك التي في حالة الضوء. ويمكن أن يكون حيود الضوء أمرًا مزعجًا. افترض أنك حاولت رؤية جسيم صغير جدًا بوساطة مجهر ذي كفاءة عالية. فكلما زادت قدرة التكبير لرؤية الجسم عن قرب أكثر، فإنه تبدو على حافات الجسم غشاوة. وكل حافة مُغَشَّاة سببها أن الضوء ينكسر عندما يمر خلال الحافة في طريقه إلى العين.

من ناحية أخرى يخدم الحيود دراسة ألوان شعاع الضوء إذا استخدمنا نبيطة تسمى محزز الحيود. ويحتوي المحزوز على آلاف الفتحات النحيفة التي تعطينا الضوء. يحيد كل لون في الضوء بكمية مختلفة قليلاً، وانتشار الألوان بهذا الكبر يجعل بإمكاننا رؤية كل لون. ويستخدم محزز الحيود في التلسكوبات التي تفصل الألوان في الضوء القادم من النجوم وهذا يمكِّن العلماء من دراسة المواد التي تتألف منها النجوم.

**الانعكاس والتشتت**

عندما يصطدم الضوء على الجسم، تحتفظ مادة ذلك الجسم بالطاقة ثم تعيد انبعاثها في كل الاتجاهات، وتسمى هذه الظاهرة بالانعكاس. ومع ذلك، فإن الأسطح الملساء بصريا بسبب التدخل الهدام فإنها تفقد معظم الاشعة، عدا أنها تنتشر في نفس الزاوية التي كان لها التأثير. ومن الأمثلة على هذا التأثير هي المرايا والأسطح المصقولة مثل الكروم، ومياه الانهار (لأن قاعها داكن).

**الاستقطاب**

مستقطب متحركة أمام شاشة الكمبيوتر مسطحة. تبعث شاشة LCD الضوء المستقطب، وتكون عادة في زاوية 45° إلى عمودي، عندما يكون محور المستقطب متعامد على الضوء الستقطب من الشاشة لا يمر الضوء من خلالها (يظهر المستقطب أسود). وعندما يتوازى مع استقطاب الشاشة، يسمح المستقطب للضوء بالمرور ونرى بياض الشاشة.

يمكن ملاحظة ظاهرة الاستقطاب في بلورة شفافة توضع في شكل متوازي مع اخرى ويتم تدوير أحداها بزاوية 90°، فإن الضوء لا يمكن أن يمر من خلالهما.

بالإمكان الحصول على الضوء المستقطب من خلال انعكاس الضوء. والضوء المنعكس جزئيا أو كليا مستقطب مع زاوية السقوط. وتسمى الزاوية التي تسبب الاستقطاب الكلي بزاوية بروستر أو زاوية الاستقطاب.

تحتو ي العديد من النظارات الشمسية و مرشحات الكاميرا على بلورات استقطاب للقضاء على الانعكاسات المزعجة.

**طبيعة الضوء the nature of light**

الطبيعة الموجية للضوء the wave nature of light

**الاشعاع الكهرومغناطيسي :**

الضوء المرئي نوع من الاشعة الكهرومغناطيسية ، والشعاع الكهرومغناطيسي (شكل من اشكال الطاقة يسلك السلوك الموجي اثناء انتقاله في الفضاء ) ، ومن الامثلة على الشعاع الكهرومغناطيسي أمواج : الضوء ، الميكروويف ، الاشعة السينية ، الراديو والتلفزيون ، والدليل ان الضوء موجه هو امتلاكه لخواص الموجات من : طول موجي تردد ، سعة موجية ، سرعة الموجه .

الطول الموجي wavelength : اقصر مسافة بين قمتين متتاليتين او قاعين متتاليين ) ، له الرمز (lambda (λ) ، ويقاس بوحدة المتر او السنتيمتر اوالنانو متر 1nm = 1x10-9m.

التردد frequency : عدد الموجات التي تعبر نقطة محددة خلال الثانية الواحدة ، له الرمز nu (ν) ، ويقاش عالميا بوحدة الهيرتز Hz ، (موجة واحدة في الثانية = Hz) ،اما حسابيا فيعبر عنه بوحدة 1/S اي:

s-1 (موجة لكل ثانية = s-1 )

سعة الموجه width of the wave : الارتفاع من اصل الموجة الى القمة او الانخفاض من اصل القموجة الى القاع .

سرعة الموجه speed of the wave : تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة قابنة في الفراغ تساوي سرعة الضوء والذي يرمز له بالرمز C ويساوي 3x108m/s

**الطيف الكهرومغناطيسي:**

المدى الكلي للاشعاعات الكهرومغناطيسية بجميع تردداتها ، وهو عبارة عن التمثيل العام للأمواج الكهرومغاطيسية بجميع تردداتها واطوالها الموجية .

**الطيف الكهرومغناطيسي**

ويتكون الطيف الكهرومغاطيسي من امواج : الراديو ، الميكروويف ، الاشعة تحت الحمراء ، الضوء المرئي (الطيف المرئي) ، الاشعة فوق البنفسجية ، الاشعة السينية (X) ، وأشعة جاما .

العلاقات الرياضية المستخدمة في حل المسائل :

C= λ Vm/s

ν= C/ λ Hz or s-1

λ=C/V m or cm or nm

**المراجع:**

<http://mawdoo3.com/تعريف_الضوء>

* https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B6%D9%88%D8%A1