الحراري)، هذه الفوتونات تتصادم مع الإلكترونات في المعدن ككرات البلياردو، لذلك عندما يأتي فوتون ذو طاقة كافية فإنه يطرد الإلكترون الذي يطرحه إلى خارج المعدن، ويتشابه التأثير الكهرضوئي مع التأثير الكهرضوئي الجهدي حيث تنتج الكهرباء عندما يشع الضوء على وصلة من أشباه الموصلات، وتستند على هذا التأثير - أي التأثير الكهرضوئي الجهدي- آلية عمل الألواح الشمسية الحديثة.

الهيدروديناميكية المغناطيسية:

تسبب ألماً شديداً لطلاب الفيزياء والرياضيات في أنحاء العالم، أنها الهيدروديناميكية المغناطيسية، ذلك الفرع المعقد جداً والذي يضم ديناميكا الموائع ومعادلات ماكسويل في الكهرومغناطيسية في محاولة لوصف سلوك الموائع الموصلة كهربائياً في وجود مجال مغناطيسي، وقد استخدم هذا الفرع في بناء المولدات حيث تمر الموائع المشحونة عبر مجال مغناطيسي كي تقوم بتوليد فرق جهد بنفس مبدأ عمل الدينامو، وهذا الفرع أيضاً يشكل الأساس لنظام دفع تجريبي في السفن والغواصات حيث يتم تمرير تيار في ماء البحر وفي مجال مغناطيسي ثم يتم تطبيقه ليجبر ماء البحر على العودة للوراء مثل النافورة.

غير مقتنعين بتعقيد الهيدروديناميكية المغناطيسية، حاول بعض الفلكيين الذين يدرسون نظرية الانفجار العظيم دمجها بالنسبية العامة لآينشتاين لوصف الموائع الموصلة في الفضاء المنحني.

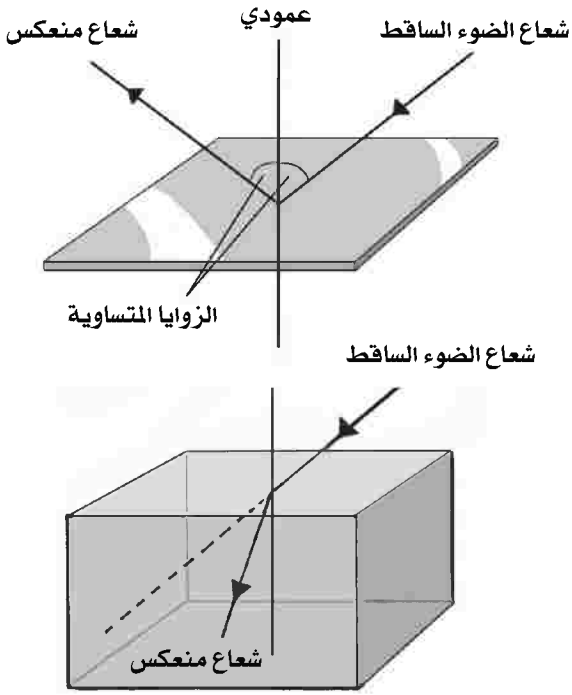
البصريات

أمواج الضوء:

بما أن الصوت عبارة عن نوع من الموجات الميكانيكية التي تلتقطها آذاننا، فإن يعد الضوء أحد أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي تلتقطه أعيننا، وقد تم استيعاب الطبيعة الموجية للضوء قبل استحداث علم الكهرومغناطيسية بوقت طويل حيث قام الفيزيائي الهولندي كريستيان هايجنز Christian Huygensبنشر النظرية الموجية للضوء عام 1678 والذي لا يزال الكثير منها فعالاً إلى يومنا هذا، وبعد ذلك في القرن التاسع عشر تم تطوير

النظرية أكثر من ذلك بواسطة باحثين منهم الإنجليزي توماس ينج Thomas Young، والفرنسي أوغستين چين فرينسل Augustin-Jean Fresnel، هؤلاء العلماء تناولوا تشبيه الضوء بالصوت بشكل حرفي، حيث افترضوا إنه كما تحتاج الموجات الصوتية إلى وسط لتنتقل خلاله فإن الضوء يحتاج أيضاً إلى وسط لينتقل خلاله، وهذا الوسط يعرف بالأثير، ومع ذلك باءت محاولات اكتشاف هذا الوسط بالفشل. ويتم النظر إلى الضوء اليوم على إنه أمواج مستعرضة مكونة من مجالات كهربية ومغناطيسية متذبذبة وتسير عبر الفراغ بسرعة 300000 كيلومتر في الثانية دون الحاجة إلى وسط تنتقل خلاله، ويعرف فرع الفيزياء الذي يتعامل مع الضوء وتفاعله مع المواد بالبصريات.

الانعكاس:



من الخصائص البصرية الأساسية للضوء الانعكاس والانكسار، وهما يصفان ما يحدث لموجة الضوء التي ترتطم بسطح بصري أكثر كثافةً، مثلاً: عندما يصطدم شعاع من الضوء في الهواء بنافذة زجاجية، فإن جزءاً من الضوء ينعكس وجزءاً آخر ينكسر، وتعتمد الكمية على استقطاب الضوء.

يحكم الانعكاس قانونان:

الأول: حيث تقع الأشعة الثلاثة على نفس المستوى، الأشعة الثلاثة هي الشعاع الساقط، والشعاع المنعكس، والعمودي (الذي يصنع زاويةً قائمةً مع السطح).

الثاني: حيث الشعاع الساقط والشعاع المنعكس يصنعان نفس الزاوية مع العمودي.

الانكسار:

الانكسار أكثر تعقيداً بقليل من الانعكاس، وهو انحناء شعاع الضوء عند مروره بين وسطين كثافتهما الضوئية مختلفة، وبشكل عام ينكسر الضوء تجاه العمودي (الخط العمودي على سطح الزجاج) عندما يتحرك نحو وسط أكثر كثافةً، وينكسر بعيداً عن العمودي عندما يتحرك نحو وسط أقل كثافةً، وكلما ازدادت الكثافة الضوئية قلت سرعة الضوء في الوسط، وتعطى كمية الانحناء المتعلقة بالانكسار بحسب السرعات النسبية في كل وسط.

وتعتمد درجة انحناء الشعاع الضوئي عند الانكسار أيضاً على طول موجته، وبهذه الطريقة يستطيع الانكسار تحليل شعاع من الضوء الأبيض إلى مكوناته اللونية في عملية تُعرف بالتشتيت، وتظهر أهمية هذه العملية جليةً عندما يمر الضوء عبر منشور ثلاثي زجاجي.

التكبير:

الحيود:

ليس الانكسار الطريقة الوحيدة لانحناء شعاع من الضوء، فعندما يمر الضوء من خلال شق ضيق فإنه ينتشر مكوناً تشكيلةً من أشرطة مضيئة وأخرى معتمة، ويجب أن يكون الشق صغيراً، فلو قمت بإضاءة شيء عبر مدخل الباب فلن تلاحظ أي حيود، ولكن عندما يكون حجم الشق مقارباً أو أصغر من طول موجة الضوء يصبح التأثير ملحوظاً.

ويبلغ طول موجة الضوء حوالي واحد من ألف من المليمتر، وتأخذ الشقوق عادةً شكل المشابك، وهي قطع من مادة مثل الزجاج يتم عمل شقوق على سطحها عن طريق خطوط تسمى خطوط التهديف كل واحد من ألف من المليمتر أو ما يقاربه. وتعتمد الزاوية التي ينتشر الضوء بها بعد عبوره خلال الشق على ترده، وهذا يعني أن الحيود - كما الانكسار- طريقة لفصل الضوء إلى ألوانه المكونة له، ومن الممكن أن تتعرض جميع أنواع الموجات للحيود بما فيها الأشعة السينية، وموجات الصوت، وموجات الماء.

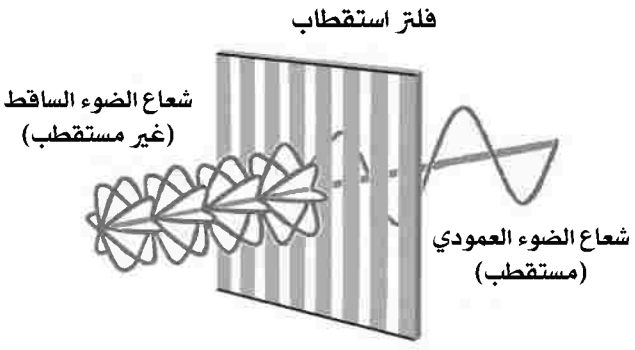
الانحراف:

أنظمة العدسات أو المرايا البصرية لا تكون دائماً متقنةً، قد تظهر بها عيوب تعرف بالانحرافات، وهذه تحصل لعدة أسباب، لكن أشهرها الانحراف الكروي والانحراف اللوني. يحصل الانحراف الكروي عندما يتم وضع المرآة البصرية في شكل غير صحيح بحيث ينعكس الضوء الساقط على أجزاء مختلفة من المرآة على نقاط محورية مختلفة مكوناً صورةً مشوشةً، ويتم عادةً وضع المرآة البصرية بحيث يكون مقطعها العرضي شكلاً محدباً جداً يعرف بالقطع المكافئ. يحصل الانحراف الكروي عندما يكون شكل المرآة أقرب للكرة، وهذه هي المشكلة الرئيسة التي واجهت مرآة مقراب هابل الفضائي.

أما الانحراف اللوني فيبرز في أنظمة العدسات لأن الدرجة التي ينكسر بها الشعاع الضوئي عند اختراقه الزجاج تعتمد على طول موجته (أو لونه)، فينشأ عدة صور بألوان مختلفة وكل واحدة مركزة على مسافة من العدسات، تختلف عن مسافة الأخرى.

ويكون التأثير على الصور الفوتوغرافية هو إنتاج حواف ملونة مشوشة حول جوانب الأجسام، وهذا التأثير من الممكن التقليل منه قدر الإمكان باستخدام عدسات معدومة اللون (لا لونية)، وهي عدسات تتركب من طبقات زجاجية بمعاملات انكسار مختلفة لجلب ألوان مختلفة إلى البؤرة على أبعد أو أقرب من نفس النقطة.

الاستقطاب:



في الموجة الضوئية العادية من الممكن للمجال الكهربائي للضوء أن يشير إلى كل الاتجاهات الممكنة عمودياً على اتجاه الحركة، ولكن هذه الحرية مقيدة في حالة الضوء المستقطب، وأبسط نوع منه هو الضوء المستقطب في المستوى حيث يهتز المجال الكهربي في اتجاه واحد ثابت بحيث تبدو الموجة وكأنها خيط متذبذب.

مرشحات البولارويد (مادة مستقطبة للضوء) في آلات التصوير والنظارات الشمسية تشبه بوابةً فيها شرائح عمودية تسمح بالعبور فقط للموجات المهتزة في مستوى موازٍ للشرائح، وذلك لإنتاج ضوء مستقطب في المستوى. وبالإمكان تدوير قطعتين متداخلتين من البولارويد بالنسبة إلى بعضهما البعض للتحكم في كمية الضوء المسموح لها بالعبور، وفي الواقع من الممكن تقليلها لتصبح صفراً، وذلك بجعل الشرائح في كل بوابة متلاقيةً عند درجة 90 بالنسبة لبعضهما البعض. ويوجد أنواع أخرى من الاستقطاب، مثل الاستقطاب الدائري والإهليلجي، حيث يدور مستوى المجال الكهربي صانعاً شكل مفتاح كلما تحركت الموجة للأمام.

التداخل:

ارمِ حجرين بالقرب من بعضهما في بركة ماء وراقب التموجات التي تنتشر، حيث تتصادم هذه التموجات وتتداخل في نمط معقد ويظهر العديد من القمم والقيعان، هذه الظاهرة تعرف بالتداخل، وتدور حول الحقيقة القائلة أن الإضطرابات الحاصلة بسبب الأمواج تضاف إلى بعضها، فإذا التقت قمتان من موجتين مختلفين فستظهر قمة واحدة كبيرة مساويةً في إرتفاعها إرتفاع القمتين معاً، وبالمثل عندما يلتقي قاعان يتكون قاع واحد كبير، وهاتان حالتان من التداخل البناء، ولكن عندما يلتقي قمة وقاع فإنهما يلغيان بعضهما إلى حد ما ويبقى اضطراب صغير، وقد لا يبقى شيء وهذا إذا ما كانت القمة والقاع متساويتين في الحجم، وهذا النوع يعد إضطراباً هداماً.

ويؤثر التداخل على جميع أنواع الموجات، بما فيها الضوء، فالأشرطة المضيئة وتلك المعتمة التي تنتج عن الحيود ما هي إلا نتيجة لفعل التداخل، وكذلك ظاهرة الخفقات حيث ينتج صوت متذبذب عندما تكون موجتا الصوت لهما -تقريباً (وليس بالضبط)- نفس التردد، وتعمل سماعات الرأس المضادة للضوضاء على مبدأ التداخل الهدام، حيث تراقب الضوضاء الخارجية وتقوم بتوليد موجة الصوت اللازمة لإلغائها.