قانون الانعكاس

في علم الفيزياء، توجد ظاهرة حركة الموجات وفيها ترتد الموجة من السطح بعد السقوط عليه. عندما تنتقل الطاقة- مثل الضوء أو الصوت - من وسط إلى وسط آخر، فإن جزءا من الطاقة يمر عادة بينما ينعكس جزء آخر.
وهناك نوعان من الانعكاس أحدهما يعرف بالانعكاس المنتظم وفيه يرسم اتجاه جبهة الموجة المنعكسة بدقة عالية ويخضع للقانون التالي: تنتقل الأشعة الساقطة والأشعة المنعكسة في اتجاهات بحيث تصنع زوايا متساوية مع الخط الرأسي (خط عمودي على سطح الانعكاس عند نقطة السقوط) وتقع الأشعة في نفس المستوى مع الاتجاه الرأسي. وتسمى هذه الزوايا زاوية السقوط وزاوية الانعكاس. أما إذا كانت الأسطح خشنة، فإن الأشعة تنعكس في اتجاهات كثيرة وهذا الانعكاس يسمى الانتشار.
وفي القرن الخامس الهجري / الحادي عشر الميلادي توصل ابن الهيثم إلى أن الضوء شيء مادي؛ ومن أجل ذلك يرتد الضوء عن الأجسام الصقيلة إذا وقع عليها كما ترتد الكرة عن الجسم الصلب الذي تصطدم به. والذي يتفق للكرة المقذوفة عند اصطدامها بالسطح الصلب يتفق مثله للضوء إذا وقع على سطح صقيل.
ومع أن انعكاس الضوء عن السطح الصقيل كارتداد الكرة عن الجسم الصلب، فإن بينهما فارقا. فيقول ابن الهيثم في كتابه المناظر :"فإن الضوء ليس فيه قوة تحركه إلى جهة مخصوصة، بل أن خاصته أن يتحرك على الاستقامة في جميع الجهات التي يجد السبيل إليها، إذا كانت تلك الجهات ممتدة في جسم مشف. فإذا انعكس الضوء بما فيه من القوة المكتسبة، وصار على سمت الاستقامة التي أوجبها الانعكاس امتد على ذلك السمت. وليس فيه تحركه إلى غير ذلك السمت، إذ ليس من خاصته أن يطلب جهة مخصوصة".
ويضيف ابن الهيثم أن المفروض في السطح الذي لا ينفذ فيه الضوء أن يكون كثيفا؛ ولكن يكفي أن يكون صقيلا ولو كان رخوا أو ماء على أن يكون أملس.
كما يرى أن الأجسام الخشنة غير الصقيلة أو غير المالسة أو غير الملساء تكون كثيرة المسام وتكون أجزاء سطحها متفرقة غير متضامة: من أجل ذلك ينفذ قسم من الضوء في المسام حيث يضيع: ثم ينعكس القسم الآخر متفرقا مشتتا فلا يرى بوضوح.
وتذكر قوانين الانعكاس أن زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس وأن الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والخط ا لعمودي للسطح جميعها تقع على نفس السطح. فإذا كان سطح الوسط الثاني أملس أو مصقولا فإنه قد يقوم بدور مرآة ويحدث صورة معكوسة. وإذا كانت المرآة مستوية، فإن صورة الشيء تبدو وكأنها موجودة خلف المرآة على مسافة تساوي المسافة بين هذا الشيء وبين سطح المرآة.
وإذا كان سطح الوسط الثاني غير أملس فإن الخطوط العمودية للسطح في نقاط عديدة تقع في اتجاهات عشوائية. وفي تلك الحالة فإن الأشعة التي قد تقع في نفس السطح عندما تبعث من نقطة المصدر تقع في أسطح عشوائية السقوط وبالتالي عشوائية الانعكاس وتتناثر فلا يمكن أن تكون صورة.
ويتحدد كم الضوء المنعكس على نسبة مؤشرات الانعكاس لكلا الوسطين. ويحتوي سطح السقوط على الشعاع الساقط والخط العمودي للسطح في نقطة السقوط. وزاوية السقوط في الانعكاس أو الانكسار هي الزاوية بين الشعاع الساقط في الانعكاس أو الانكسار وهذا الخط العمودي.
وفي القرن السابع عشر الميلادي وضع الرياضي الهولندي فيليبرود فون روين سنيل 999هـ-1591م / 1035 هـ-1626م. الصيغة الرياضية لقانون الانعكاس فذكر أن ناتج مؤشر الانكسار وجيب زاوية سقوط الشعاع على الوسط يساوي ناتج مؤشر الانعكاس وجيب زاوية الانكسار في الوسط المتتالي. كما أن شعاع السقوط وشعاع الانكسار والخط العمودي على حدود نقطة السقوط كلها تقع على نفس السطح.
وبوجه عام فإن مؤشر الانكسار لمادة شفافة أكثر كثافة يكون أعلى من الانكسار في مادة أخرى أقل كثافة، ويعني ذلك أن سرعة الضوء تقل كلما كانت المادة أشد كثافة. فإذا تم انكسار الشعاع على نحو مائل فإن الشعاع الذي يدخل وسطا له مؤشر انكسار أكبر ينثني نحو الخط العمودي، والشعاع الذي يدخل وسطا له مؤشر انكسار أقل ينحرف عن الخط العمودي. والأشعة التي تسقط عبر الخط العمودي تقوم بالانعكاس والانكسار نحو هذا الخط العمودي. وعند القيام بالحسابات فإن المسار الضوئي -الذي يعرف بأنه ناتج المسافة التي يسري فيها الشعاع في وسط ما والمؤشر الانكساري لهذا الوسط- يعد عاملا في غاية الأهمية. ومن خلال الملاحظة في وسط أقل كثافة كالهواء مثلا، نجد أن الشيء في الوسط الأكبر كثافة يبدو أكثر قربا إلى الحد مما يكون في الواقع. ومن الأمثلة الشهيرة في هذا الصدد ما يضرب لشيء تحت الماء وتتم ملاحظته من خارج الماء.

الضوء

خطوط متوازية للضوء والظل

شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي يشبه الحرارة المشعة وموجات الراديو وأشعة إكس. ويتكون الضوء من ذبذبات سريعة لحقل كهرومغناطيسي في مجموعة معينة من الترددات يمكن للعين الآدمية أن تتبعها.
وينبعث الضوء من مصدر ما في خطوط مستقيمة وينتشر في مناطق أوسع فأوسع كلما تحرك، ويضعف الضوء كلما بعد عن هذا المصدر بمسافة. وعندما يصطدم الضوء بشيء ذي سطح خشن، فإما أن يتم امتصاصه أو أن يتفرق في كل الاتجاهات. ويتم امتصاص بعض الترددات أكثر من بعضها الآخر، وهذا الأمر يمنح للأشياء ألوانها الخاصة بها. وتفرق الأسطح البيضاء ضوء كل أطوال الموجات بالتساوي، بينما تمتص الأسطح السوداء الضوء كله. ومن ناحية أخرى، يتطلب الانعكاس سطحا مصقولا بدرجة كبيرة مثل ذلك المستخدم في المرآة.
ولقد كان تحديد طبيعة الضوء من مشاكل علم الفيزياء الرئيسية، وحتى القرن الخامس الهجري / الحادي عشر الميلادي لم يكن هناك تفسير دقيق لطبيعته. أما أول محاولة علمية لتفسيره فكانت محاولة ابن الهيثم في كتابه المناظر الذي ذكر في تعريفه: "حرارة نارية تنبعث من الأجسام المضيئة بذاتها كالشمس والنار". فالضوء عند ابن الهيثم جسم مادي لطيف، وهو يتألف من أشعة لها أطوال وعروض؛ وكل شعاع - مهما صغر - فإن له عرضا. ثم إن ما يسميه ابن الهيثم بالشعاع هو "حبال النور المنبعثة من الأجسام ذوات الأضواء الذاتية فحسب".
والضوء -في رأيه- نوعان: نوع ذاتي يصدر عن الأجسام المضيئة بنفسها كالشمس والنار، ونوع عرضي يصدر من الأجسام التي تعكس ضوء غيرها كالقمر والمرآة وسائر الأجسام التي تعكس الضوء. وحينما يصدر الضوء عن الأجسام بكلتي نوعيهما، فإنه ينبعث من جميع النقاط على سطوح تلك الأجسام ثم يمتد على أشكال خطوط مستقيمة. وتلك طبيعة ثابتة للضوء؛ وبرهان ذلك ضوء الشمس في غبار الغرفة، فإننا نرى أشعة الشمس النافذة إلى غرفة قليلة النور وفيها غبار ثائر تتجه اتجاها مستقيما.
ويشرح ابن الهيثم إضاءة القمر فيقول "إن جرم القمر لا ضوء له وأن ضوءه المشرق على الأرض إنما هو شعاع الشمس أشرق عليه انعكس من سطحه إلى الأرض". وهو يورد براهين هندسية سليمة يثبت فيها أن إ شراق الضوء من القمر على الأرض ليس عن طريق الانعكاس فحسب وإنما عن طريق إشراق الأضواء العرضية من سطوح الأجسام الكثيفة المستضيئة من الأجسام المضيئة بذاتها.
ويرى ابن الهيثم أنه إذا صدر الضوء عن جسم مضيء بذاته أو مضاء بنور واقع عليه، فإنه يقع على جميع الأجسام المقابلة لذلك الجسم. والأضواء الصادرة عن الأجسام تختلف قوة وضعفا: فالأضواء الذاتية أقوى من الأضواء العرضية؛ والأضواء العرضية الثواني المنعكسة عن سطح وقع عليه ضوء ذاتي، أقوى من الأضواء العرضية الثوالث المنعكسة على سطح وقع عليه ضوء عرضي.
وهو يشير إلى أن الضوء لا ينفذ في الأجسام الكثيفة وينفذ في الأجسام الشفيفة . والجسم الشفيف يقبل الصور التي ترد عليه مع الضوء قبول تأدية، إذ يستطيع نقلها من مكان إلى آخر؛ لا قبول استحالة، أي لا يستحيل بها لا يتبدل بسببها من حال إلى حال.
ولقد ظلت نظرية ابن الهيثم هي السائدة طوال قرون ثلاث، ثم جاء عالم الرياضيات والفيزيائي الإنجليزي إسحاق نيوتن فوصف الضوء بأنه انبعاث جسيمات، بينما طور الفلكي والرياضي والفيزيائي الهولندي كريستيان هويجنز النظرية التي مؤداها أن الضوء ينتقل بحركة الموجات.
وتكمل هاتان النظريتان كل منهما الآخر، كما أن تطوير نظرية الكم أدى إلى نتائج مؤداها أنه في بعض التجارب يكون الضوء كأنه سلسلة من الجسيمات بينما يكون في تجارب أخرى كأنه موجة. وفي تلك التجارب التي يسير فيها الضوء بحركة الموجات، تتذبذب الموجة عند الزوايا اليمنى باتجاه سير الضوء، ومن ثم يمكن استقطاب الضوء في سطحين عموديين متبادلين.
هذا وللضوء تأثير هام على العديد من المواد الكيميائية. فعلى سبيل المثال، تستخدم النباتات ضوء الشمس لإجراء عملية التركيب الضوئي كما أن تعرض مواد كيميائية معينة محتوية على فضة للضوء يجعلها تتحول إلى اللون الأسود كما هو الحال أثناء عملية التصوير.