كيفية انحناء الضوء خلال شريط موبيوس

يمكن صنع شريط موبيوس Möbius وبكل بساطة كالتالي: خذ شريطاً من الورق ثم أمسك بطرفي الشريط وقم بثني الشريط نصف مرة ثم اجمع النهايتين معاً. وتبدو هذه الأنشوطة بسيطة كما أنها تملك ميزة غير معتادة في الأجسام ثلاثية الأبعاد، فهي تتكوّن من سطح واحد وحافة واحدة، و تقوم هذه الشرائط بإظهار خواص نادرة جداً في الطبيعة، ولم يسبق رؤية ذلك في الضوء.

تقوم مجموعة من الفيزيائيين من مختلف أنحاء العالم بإنشاء شكل فريد يستخدم استقطاب ضوء الليزر، و يعتقد الباحثون بأن هذه النماذج الإلكترومغناطيسية يمكن أن تستخدم في بناء أنواع جديدة من الهياكل الصغيرة مثل المواد الفوق الطبيعية (**Metamaterials**).

لقد تمت الإشارة إلى إمكانية صناعة شريط موبيوس (Möbius) الضوئي عام ٢٠٠٥ من قبل إسحاق فرويند (**Isaac Freund**) من

جامعة بئر العين في "إسرائيل"، حيث أظهرت حسابات فروند أنه يمكن لزوج من أشعة الليزر أن يتلاعب باهتزازات حقولها الكهربائية المجتمعة على طول المحور ـ شعاع الاستقطاب ـ نحو خارج شريط موبيوس، حيث
اقترح فروند جعل أشعة بعزوم زاوية ودورانية مختلفة تتواجه بزوايا محددة. هذا ويقتضي دوران (أو الاستقطاب الدائري) للأمواج الكهرومغناطيسية تدوير استقطابها مع أو بعكس عقارب الساعة بشكل دائري مستقر نحو جهة الانتشار، و من ناحية أخرى فإن عزم الدوران الزاوي يأتي من فتل سطح سوية الموجة [1] للشعاع حول محو انتشارها.

تحدي العنصر الطولاني

تهتز أشعة الضوء عادةً في مستوى العامودي على مسار حركتها، لكن القرار الحاسم بإنشاء نموذج بصري ثلاثي الأبعاد مثل شريط موبيوس يتم اتخاذه عند ضمان وجود العنصر الطولاني على طول محور الانتشار، وقد اتضح أن فكرة فروند بإنشاء هذا العنصر الطولاني هو أمر غاية في الصعوبة، لذلك فقد قام بيتر بانزر Peter Banzer
باتخاذ مسار آخر مختلف في أحدث عمل له في معهد ماكس بلانك لعلوم الضوء في إيرلانجين مع زملائه في ألمانيا وكندا وإيطاليا والولايات المتحدة.

حيث استخدم بانزر وزملاؤه جهاز للكريستالات السائلة Liquid-Crystal وهو معروف باسم (q-plate)، وعندما أطلقوا أشعة الليزر في إلتفافات لولبية معينة فإن جهاز q-plate عمل على تحويل الشعاع ليمنحه إلتفافات معاكسة ذات عزم دوران زاوي مساوٍ لـ 2q واحدة، حيث تُمثل q نصف أي قيمة عددية صحيحة يمكن أن يقدّمها الجهاز للاستخدام.
استخدم الفريق شعاع ليزر ذو لون أخضر مؤلّف من تراكب موجتين في اتجاهين متعاكسين، و قد كانت النتيجة إنتاج شعاع بقطبية متغيرة عبر مقطعه، حيث كانت القطبية دائرية في مركزه وتتحوّل إلى قطبية خطية كلما ابتعدنا عن المركز، بالإضافة إلى كون أشعة الاستقطاب الخطي ذات اتجاهات مختلفة.

- التاريخ: 2015-04-16
- التصنيف: فيزياء

#الضوء

المصطلحات

- **المواد الخارقة (Metamaterials)**: أو المواد ما فوق الطبيعية، وهي مواد صناعية ومُهندسة بطريقة تجعلها تمتلك خواصاً غير موجودة في الطبيعة.

المصادر

- physicsworld
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - محمد مرعش
- مُراجعة
  - مازن قنجراوي
- تحرير
  - آلاء محمد حيمور
- تصميم
  - عمار الكنعان
- نشر
  - همام بيطار