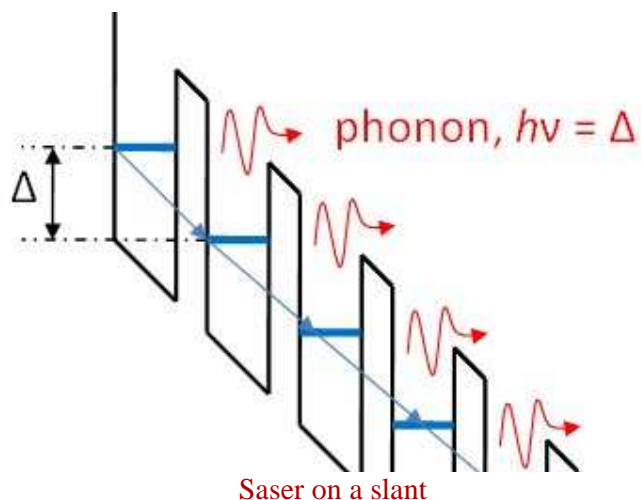


Поздрав на първия звуков “лазер”¹

Х. Джонстън



Две независими групи физици създадоха първия фононен “лазер” – устройство, което излъчва кохерентни звукови вълни по същия начин, както лазерите излъчват кохерентни светлинни вълни. Наричани понякога “сасери”², едното от тези устройства излъчва звук с честота 400 GHz, докато другото работи в мегагерцовия диапазон.

Звук с подобна извънредно висока честота може да бъде използван за изследване вътрешността на малки обекти, така че създаването на звук със свойства като лазерен лъч може да доведе до нови имиджови приложения. Наистина, различията между двете устройства предполагат, че сазерите биха могли да работят в широк диапазон от честоти.

Съществена част на всеки оптичен лазер представлява среда, в който съществува електронен преход, свързан с излъчване на фотон. С помощта на външен източник в средата се “напомпва” енергия, така че по-голямата част от електроните се намират на по-високото ниво на прехода. Когато подобно състояние се разпадне, се излъчва фотон, който може да стимулира излъчването на много повече фотони, което от своя страна стимулира по-нататъшно излъчване. Тъй като всички те са резултат от един и същ квантов процес, фотоните се излъчват като кохерентен светлинен сноп.

Проблемите на спонтанното излъчване

Както светлината се проявява и като вълна, и като частица, така и звукът може да се опише с езика на частиците, наречени фонони – кванти на енергията на трептенията, които се държат по същия начин, както фотоните. Доколкото няма причина, поради която да не се наблюдава стимулирано излъчване на фонони, физиците се мъчеха да намерят материали, в които да преобладава процесът на стимулирано, а не на случайното, спонтанно излъчване.

¹ Превод със съкр. от *physicsworld.com*, 25.02.2010.

² От англ. sound – звук. (Бел. прев.)

Сега две независими групи намериха две много различни решения на този проблем.

В университета в Нотингам, Великобритания, Т. Кент и колегите му създадоха сазер, който работи на честота 440 GHz. Техният уред се състои от редуващи се слоеве от полупроводника галиев арсенид (GaAs) и от изолятора алуминиев арсенид (AlAs). Слоевете GaAs служат като квантови уловки, които могат да захванат електрони. Ако напречно на слоевете се приложи електрично поле, електроните имат възможност да прескочат през бариерата от AlAs в следващата уловка, при което се излъчва фонон. Същественото е, че подобен преход може да се стимулира от подобен фонон. За да даде възможност на фононите да преминават напред-назад в структурата подобно на фотоните в лазера, учените подбират разстоянията между повтарящите се слоеве така, че да резонират на дължината на вълната на фононите.

Учените изпробват уреда, като облъчват единия край на слоистата структура с фемтосекунден лазерен импулс. Това поражда фонони, които инициират стимулирано излъчване. Тогава към уреда се отправя втори лазерен импулс, за да се измери в рамките на няколко стотици пикосекунди отражателната способност на материала. Кент и колегите му наблюдават осцилации на отражателната способност, причинени от кохерентните фонони.

С увеличаване на напрежението от 80 до 180 mV, учените наблюдават увеличение на амплитудата на кохерентните фонони, което достига максимум около 160 mV, преди да намалее при по-високи напрежения. Според Кент максимумът се наблюдава, когато дължината на вълната резонира с уреда.

Двойки резонатори

Междувременно в Калтех И. Грудинин и колегите му използват два изготвени от силиций микровълнови резонатора – всеки с диаметър около 6 μm – за да създадат за техния сазер преход, раждащ фонони. Резонаторите са разделени с междина от около 1 μm , която е достатъчно малка, така че уредите да се свържат посредством светлинни вълни и да образуват квантова система с две нива.

За напompване на системата в по-високото ниво се използва лазер. Излъчват се фонони с мегагерцови честоти, които стимулират по-нататъшно излъчване на фонони. Колективът доказва, че системата наистина е фононен лазер, като включва напompващия източник и не наблюдава излъчване на звук, докато не се достигне граничното равнище, над което мощността расте бързо и звукът се излъчва в много тесен честотен диапазон.

Сондиране на нанотехнологията

Един терагерцов сазер би бил практически полезен за нанотехнологиите, защото неговите фонони биха имали дължина на вълната около един нанометър и биха могли да проникнат относително дълбоко в една твърдотелна структура, отваряйки вратата за получаване на триизмерни изображения на наноструктурите. Това е за разлика от съвременните техники за анализ като електронната микроскопия, които дават възможност само за анализ на повърхностите.

Сазерите могат също така да се използват за създаване на периодични напрежения в определен материал, като по този начин се модулират неговите оптични и електрични свойства. Това може да се използва за създаване на много бързи превключватели, както и за генериране на терахерцово електромагнитно лъчение, нещо, което понастоящем се постига трудно.

Уредите са описани в *Phys. Rev. Lett.* **104** 083901 и *Phys. Rev. Lett.* **104** 085501.