



Квантово-оптичні генератори (лазери)

Основні терміни та закони:

Спонтанне випромінювання, індуковане випромінювання, квантовий генератор, лазер, мазер, метастабільний стан

Спонтанне випромінювання — це випромінювання, що випускається внаслідок спонтанного переходу атома з одного стану в інший.

Спонтанне випромінювання некогерентне, бо кожен атом починає й закінчує випромінювати незалежно від інших.

Індуковане (вимушене) випромінювання — це випромінювання, що випускається внаслідок вимушеного (під впливом зовнішньої електромагнітної хвилі) переходу атома зі збудженого стану в основний.

Індуковане або вимушене випромінювання є монохроматичним, когерентним, поляризованим і воно практично не розсіюється.

Ці особливості використовують у джерелах потужного когерентного випромінювання — квантових генераторах (або лазерах).

Можливість індукованого (вимушеного) випромінювання передбачив ще у 1917 р. Альберт Ейнштейн.

Можливість інверсного (зворотного) заповнення електронами енергетичних рівнів атома передбачив радянський фізик Валентин Фабрикант у 1939 р. Отже, зародилась нова галузь фізики — квантова електроніка, розвиток якої спричинив створення квантових генераторів — мазерів і лазерів.

Квантовий генератор — джерело електромагнітних хвиль, дія якого будується на явищі вимушеного випромінювання.

Перший квантовий генератор був створений у 1954 р. двома незалежними одна від одної групами радіофізиків — радянськими фізиками *Миколою Басовим* (1922–2001) та *Олександром Прохоровим* (1916–2002) і групою американських учених під керівництвом *Чарлза Гарда Таунса* (1915–2015).

Винайдений квантовий генератор випромінював електромагнітні хвилі радіодіапазону.

Лазер — це квантовий генератор когерентних хвиль оптичного діапазону, завдяки якому відбувається підсилення світла за допомогою індукованого (вимушеного) випромінювання.

Перші лазери були створені у 1960 році.

Мазер — генератор когерентного вузько напрямленого монохроматичного електромагнітного випромінювання сантиметрового радіодіапазону (ультракороткі хвилі). Принцип його дії подібний до принципу дії лазера й ґрунтується на вимушеному випромінюванні.

Метастабільний стан — стан за якого атоми речовини мають збуджені стани, в яких вони можуть перебувати протягом доволі тривалого часу, приблизно 10^{-3} с.

Лазерне випромінювання має такі властивості:

- лазери здатні створювати пучки світла з дуже малим кутом розбіжності;
- світло лазера є монохроматичним;
- лазер є найпотужнішим джерелом світла.

Лазерні пучки використовують:

- *У науці* — як якісні джерела монохроматичного когерентного світла;
- *У техніці* — для різання, зварювання, свердлення матеріалів;
- *У хірургії й офтальмології* — як скальпель для «приварювання» сітківки.
- За допомогою лазерного пучка здійснюють *кабельний теле- і радіозв'язок*, одержують *голографічні зображення*.



Рекомендовані джерела:

1. «Лазер». . URL:

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/lasers/latest/lasers.html?simulation=lasers&locale=uk> (12.03.2021)