

27.10.2023

Група 35

Фізика і астрономія

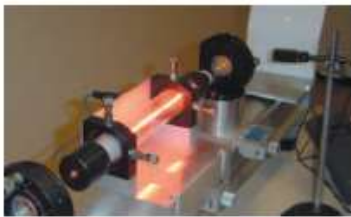
Урок 25

Тема: Квантово-оптичні генератори (лазери)

Мета:

- Повторити теоретичний матеріал; узагальнити, систематизувати та поглибити знання учнів із теми; застосувати знання з фізики під час розв'язування прикладних задач; формувати уяву про процеси у природі;
- розвивати в учнів пізнавальний інтерес, уміння використовувати набуті знання, навички й уміння в нових ситуаціях; підвищити інтерес до вивчення фізики та астрономії; розвивати абстрактне та логічне мислення;
- виховувати у учнів повагу та зацікавленість до вивчення фізики та астрономії, старанність у навчанні; сприяти розширенню кругозору учнів.

Матеріали до уроку:



Наприкінці 50-х — на початку 60-х рр. ХХ ст. фахівці з квантової фізики здійснили низку відкриттів, які згодом значно змінили життя людства. Гідне місце серед цих відкриттів належить винайденню *квантових генераторів*. Що приховане під цією назвою, яка мовби зійшла зі сторінок науково-фантастичних романів?

1 Спонтанне і вимушене випромінювання

Якщо атом якимось чином перевести у збуджений стан, то, повертаючись в основний стан, він випромінює квант світла. «Стандартним» способом збудження світлового випромінювання є зіткнення атомів за високих температур, проте існують й інші (нетеплові) способи збудження атомів. Атоми речовини можуть перейти у збуджений стан під час хімічних реакцій, унаслідок обробки речовини звуком високої частоти, опромінення рентгенівськими та γ -променями, внаслідок розтирання, розколювання речовини тощо.

Час життя атома у збудженому стані зазвичай є дуже нетривалим і становить 10^{-9} – 10^{-10} с, після чого атом «самостійно» (спонтанно) повертається в основний стан із випромінюванням фотонів (або фотона) чітко визначених частот.

Випромінювання, що виникає внаслідок спонтанного переходу атомів у стан із нижчим рівнем енергії, називають **спонтанним випромінюванням**.

Спонтанне випромінювання некогерентне, адже кожен атом починає і закінчує випромінювати незалежно від інших. Проте в деяких випадках перехід атома зі збудженого стану в основний може відбуватися вимушено.

Випромінювання, яке виникає під впливом зовнішньої електромагнітної хвилі, називають **індукованим (вимушеним) випромінюванням**.

Природно, що індуковане випромінювання ініціюється не будь-якою електромагнітною хвилею, а лише хвилею, яка має частоту, що дорівнює *власній частоті переходу*.

Власна частота переходу — частота фотона, унаслідок поглинання якого атом переходить з основного стану в збуджений.

Уже зазначалося, що атом перебуває у збудженому стані дуже короткий час. Однак є речовини, атоми яких мають збуджені стани, в яких вони можуть перебувати протягом доволі тривалого часу, порядку 10^{-3} с. Такі збуджені стани атомів називають **метастабільними**. Індуковане випромінювання таких атомів спричинило появу принципово нового типу генераторів світла — **квантових генераторів**. *Особливостями індукованого випромінювання є його монохроматичність і когерентність*.

Згадайте, яке випромінювання називають монохроматичним? когерентним?

2 Як працює квантовий генератор

Власне назва «квантовий генератор» має означати, що цей пристрій «виробляє» кванти електромагнітного випромінювання. Але ж якщо керуватися такою логікою, то звичайна лампа теж є квантовим генератором, проте це не так.

Люмінесценція і люмінофори

Явище нетеплового світіння речовини, яке відбувається після поглинання речовиною енергії збудження, називають **люмінесценцією**, а речовини, які здатні перетворювати поглинуту нетеплову енергію на світлове випромінювання, — **люмінофорами**.



Прикладом застосування люмінесценції є так звані лампи денного світла. Ці лампи являють собою трубки, заповнені випарами ртуті за низького тиску. Внутрішню поверхню трубок вкрито люмінофором. Ультрафіолетове випромінювання, яке утворюється внаслідок газового розряду у випарах ртуті, потрапляє на люмінофор, і він починає випромінювати світло, близьке до денного.

Деякі люмінофори використовують як індикатори радіації.

Органічні люмінофори — **люмогени** — застосовують для виготовлення яскравих флуоресцентних фарб, люмінесцентних матеріалів, наприклад матеріалів для дорожніх знаків тощо.

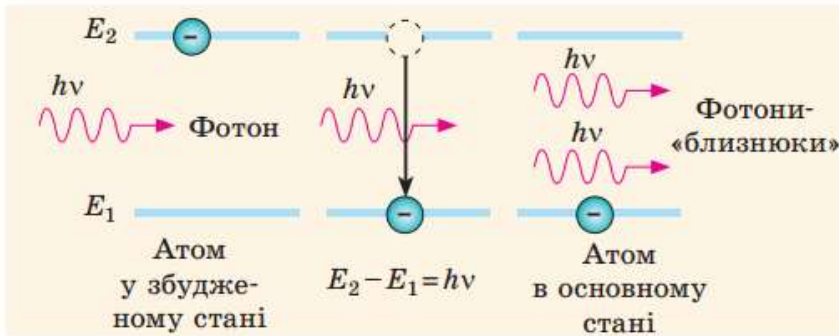


Рис. 38.1. Схема вимушеного випромінювання

Квантовий генератор — це 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 Геннадійовичем Басовим* (1922–2001), *Олександром Михайловичем Прохоровим* (1916–2002) і групою американських учених під керівництвом *Чарлза Гарда Таунса* (1915–2015). Винайдений квантовий генератор випромінював електромагнітні хвилі радіодіапазону.

У 1960 р. були створені перші **лазери** — *квантові генератори, які працюють в оптичному діапазоні*. Принцип роботи лазерів такий. Якщо на збуджений атом падає фотон, енергія якого дорівнює енергії збудження, то взаємодія цього фотона зі збудженим атомом спричиняє повернення атома в основний стан із випромінюванням вторинного фотона. Напрямок руху та енергія вторинного фотона такі самі, як у фотона, що спричинив випромінювання, тобто виникають два фотони-«близнюки» (рис. 38.1). Якщо в речовині буде багато збуджених атомів, то кожний із фотонів-«близнюків» спричинить появу двох нових «близнюків» і т. д. Урешті-решт виникне «лавина» фотонів з однаковими характеристиками.

Домашнє завдання: дати відповіді на запитання (у зошиті):

- 1) Скориставшись додатковими джерелами інформації, опишіть одну із галузей застосування лазерів, розвиток та перспективи у цій галузі.

Зворотній зв'язок:

E-mail t.anastasia.igorivna@gmail.com