**РЕФЕРАТ**

**з предмету «Квантова фізика»**

**на тему:**

**«Лазер»**

**Зміст**

І Вступ.

ІІ Квантова теорія як передісторія виникнення лазера.

ІІІ Дослідження радянських та американських вчених в галузі лазерної фізики.

ІV Висновок.

Використана література.

**Вступ**

Лазери за порівняно невеликий час ввійшли в життя та побут людини. Створенню лазера передувала довга історія. Винайденню цього корисного пристрою людство повинно завдячувати радіофізикам а саме Олександру Прохорову та Миколі Басову. Завдяки дослідженням цих вчених була відкрита нова сторінка в історії технічної науки. Звісно, з часом дослідження радянських вчених в свою чергу поповнювалися новими ідеями американських фізиків, які все більше вдосконалювали даний пристрій. Перший лазер на рубіновій основі створений американським вченим Мейманом справив величезне враження на оточуючих. В якості активної речовини в лазерах крім рубіна можуть використовуватися і багато інших сполук.

Цікавим є винайдення Джавою газового лазера. Проте, найбільш важливим врешті-решт стало винайдення у 1962 році радянськими фізиками напівпровідникового лазера.

**ІІ Квантова теорія як передісторія виникнення лазера.**

Незважаючи на порівняно простий пристрій лазера, процеси, що лежать в основі його роботи, надзвичайно складні й не піддаються поясненню з погляду класичних законів фізики. Із часів Максвела й Герца в науці утвердилося вчення про те, що електромагнітне й, зокрема, світлове випромінювання має хвильову природу. Ця теорія добре пояснювала більшість спостережуваних оптичних і фізичних явищ. Але вже наприкінці XIX століття були отримані деякі експериментальні дані, що не підходили під цю теорію. (Наприклад, зовсім незрозумілим з погляду класичних поглядів про хвильову природу світла виявлялося явище фотоефекту.) В 1900 році відомий німецький фізик Макс Планк, намагаючись пояснити природу цих відхилень, зробив припущення, що випущення електромагнітного випромінювання й, зокрема, світла відбувається не безперервно, а окремими мікроскопічними порціями. В 1905 році Ейнштейн, розробляючи теорію фотоефекту, підкріпив ідею Планка й переконливо показав, що електромагнітне випромінювання дійсно випускається порціями (ці порції стали називати квантами), причому надалі, у процесі поширення, кожна порція зберігає свою «індивідуальність», не дробиться й не складається з іншими, та що поглинути її можна тільки всю цілком. Із цього опису виходило, що кванти в багатьох випадках поводяться не як хвилі, а як частки. Але при цьому вони не перестають бути хвилями (наприклад, квант не має маси спокою й існує тільки, рухаючись зі швидкістю 300 000 км/с), тобто їм властивий певний дуалізм.

Квантова теорія дозволила пояснити багато кому колись незрозумілі явища й, зокрема, природу взаємодії випромінювання з речовиною. Візьмемо простий приклад: чому тіло при нагріванні випромінює світло? Нагріваючи, скажемо, на газовому пальнику цвях, ми помітимо, що спочатку він здобуває малинові кольори потім стане червоним. Якщо продовжувати нагрівання, то червоні кольори переходять у жовтий і потім у сліпуче білий. Таким чином, цвях починає випромінювати не тільки інфрачервоні (теплові), але й видимі промені. Причина цього явища наступна. Всі тіла (і в тому числі наш цвях) складаються з молекул, а молекули складаються з атомів. Кожен атом являє собою невелике дуже щільне ядро, навколо якого обертається більша або менша кількість електронів. Ці електрони рухаються навколо ядра не як потрапило, але кожний з них перебуває на своєму точно встановленому рівні; відповідно одні рівні розташовуються ближче до ядра, а інші далі від нього. Ці рівні називаються енергетичними, тому що кожний з розташованих на них електронів володіє своїм певним, властивим тільки йому рівнем, енергією. Поки електрон перебуває на своєму стаціонарному рівні, він рухається, не випромінюючи енергії. Такий стан атома може тривати як завгодно довго. Але якщо атому повідомляється ззовні якась певна кількість енергії (як це відбувається при нагріванні цвяха), атом «збуджується». Суть цього порушення полягає в тому, що електрони поглинають кванти випромінювання, що пронизує речовину (у нашому прикладі інфрачервоне теплове випромінювання газового пальника), здобувають їхню енергію й завдяки цьому переходять на більш високі енергетичні рівні. Однак на цих більш високих рівнях електрони можуть перебувати лише дуже незначний час (тисячні й навіть мільйонні частки секунди). Після закінчення цього часу кожен електрон знову повертається на свій стаціонарний рівень і при цьому випускає квант енергії (або, що те ж саме, хвилю певної довжини). Серед цих хвиль деякі виводяться на видимий діапазон (ці кванти видимого світла називаються фотонами; випромінювання фотонів збудженими атомами ми й спостерігаємо як світіння нагрітого цвяха). У нашому прикладі із цвяхом процес поглинання й випущення квантів протікає хаотично. У складному атомі спостерігається велика кількість переходів електронів з верхніх рівнів на нижні, і при кожному з них відбувається випромінювання зі своєю частотою. Тому випромінювання йде відразу в декількох спектрах й у різних напрямках, причому одні атоми випускають фотони, а інші поглинають їх.

Точно так само відбувається випущення квантів будь-яким нагрітим тілом. Кожне із цих тіл (будь то Сонце, дугове зварювання або нитка лампи накалювання) випускає одночасно безліч хвиль різної довжини (або, що тих же саме, квантів різної енергії). Саме тому, якою б зробленою лінзою або іншою оптичною системою ми не володіли, нам ніколи не вдасться сфокусувати випромінювання, що випускається нагрітим тілом, у строго паралельний пучок - він завжди буде розходитися під деяким кутом. Це й зрозуміло - адже кожна хвиля буде переломлюватися в лінзі під своїм власним кутом; отже, ні при яких умовах ми не зуміємо домогтися їхньої паралельності. Однак уже основоположники квантової теорії розглянули й іншу можливість випромінювання, що не має місця в природних умовах, але цілком може бути змодельована людиною. Справді, якби вдалося збудити всі електрони речовини, що належать до одного певного енергетичного рівня, а потім змусити їхнім разом випустити кванти в одному напрямку, то можна було б одержати надзвичайно потужний й у той же час винятково однорідний імпульс випромінювання. При фокусуванні такого пучка (оскільки всі хвилі, його складові, мають ту саму довжину) можна було б домогтися майже ідеальної паралельності променів. Уперше про можливості такого, як він його назвав, «стимульованого» випромінювання написав в 1917 році Ейнштейн у роботах «Випущення й поглинання випромінювання по квантовій теорії» й «До квантової теорії випромінювання».

Стимульоване випромінювання може бути, зокрема, досягнуто в такий спосіб. Уявимо собі тіло, електрони якого вже «перепорошені» і перебувають на верхніх енергетичних рівнях, і припустимо, що їх опромінюють новою порцією квантів. У цьому випадку відбувається процес, що нагадує лавину. Електрони вже «перенасичені» енергією. У результаті додаткового опромінення вони зриваються з верхніх рівнів і переходять лавиноподібно на нижні, випускаючи кванти електромагнітної енергії. Причому напрямок і фаза коливань цих квантів збігається з напрямком і фазою падаючої хвилі. Відбувається ніби ефект резонансного посилення хвилі, коли енергія вихідної хвилі буде багаторазово перевершувати енергію тієї, що була на вході. Але яким чином домогтися строгої паралельності випромінюваних фотонів? Виявляється, це можна зробити за допомогою досить нескладного пристосування, що називається відкритим дзеркальним резонатором.

Розглянемо активну речовину, поміщену в трубці між двома дзеркалами: звичайним (ліворуч) і напівпрозорим (праворуч). Фотони, що випускаються речовиною, потрапляючи на напівпрозоре дзеркало, частково проходять крізь нього. Інші відбиваються й летять у протилежному напрямку, потім відбиваються від лівого дзеркала (тепер уже всі) і знову досягають напівпрозорого дзеркала. При цьому потік фотонів після кожного проходу через збуджену речовину багаторазово підсилюється. Підсилюватися, втім, буде тільки та хвиля, що переміщається перпендикулярно дзеркалам; всі інші, які падають на дзеркало хоча б з незначним відхиленням від перпендикуляра, не одержавши достатнього посилення, залишають активну речовина через його стінки. У результаті вихідний потік має дуже вузьку спрямованість. Саме такий принцип одержання стимульованого випромінювання лежить в основі дії лазерів (саме слово лазер складене з перших букв англійського визначення що означає: посилення світла за допомогою стимульованого випромінювання). Створенню цього чудового пристрою передувала довга історія.

**ІІІ Дослідження радянських та американських вчених в галузі лазерної фізики.**

Цікаво, що винаходом лазера техніка зобов'язана фахівцям на перший погляд далеким як від оптики, так і від квантової електродинаміки, а саме - радіофізикам. Однак у цьому є своя глибока закономірність. Колись уже говорилося, що з початку 40-х років радіофізики всього миру трудилися над освоєнням сантиметрового й міліметрового діапазону хвиль, оскільки це дозволяло значно спростити й зменшити апаратуру, особливо антенні системи. Але незабаром виявилося, що колишні лампові генератори навряд чи можна пристосувати для роботи в нових умовах. З їхньою допомогою із зусиллями удавалося генерувати хвилі в 1мм (при цьому частота електромагнітних коливань у цих генераторах досягала декількох мільярдів за одну секунду), але створення генераторів для ще більш коротких хвиль виявилося неможливим. Необхідний був принципово новий метод генерації електромагнітних хвиль.

Саме в цей час радянські радіофізики Олександр Прохоров і Микола Басів зайнялися вивченням дуже цікавої проблеми - поглинанням радіохвиль газами. Ще під час війни було виявлено, що хвилі деякої довжини, випущені радаром, не відбиваються, як інші, від навколишніх предметів і не дають «луни». Наприклад, пучок хвилі довжиною 1,3см. немов розчинявся в просторі - виявилося, що хвилі цієї довжини активно поглинаються молекулами водяної пари. Пізніше з'ясувалося, що кожен газ поглинає хвилі певної довжини таким чином, немов його молекули якось «настроєні» на нього. Від цих дослідів був тільки крок до наступної ідеї: якщо атоми й молекули здатні поглинати хвилі певної довжини, виходить, вони можуть і випромінювати їх, тобто виступати в ролі генератора. Так народилася думка створити газовий генератор випромінювання, у якому б замість електронних ламп як джерел випромінювання використалися мільярди молекул особливим чином збудженого газу. Перспективи такої роботи здавалися дуже привабливими, оскільки виникала можливість освоїти для потреб радіотехніки не тільки діапазон мікрохвильових частот, але й набагато більше коротких, наприклад, діапазон видимих хвиль (довжина хвиль видимого світла 0,4-0,76 мікрон, що відповідає частоті порядку тисяч мільярдів коливань у секунду).

Найважливіша проблема на цьому шляху полягала в тому, як створити активне середовище. Басів і Прохоров вибрали для цього аміак. Щоб забезпечити роботу генератора, необхідно було відокремити активні молекули газу, атоми яких перебували в збудженому стані, від не збуджених, атоми яких були орієнтовані на поглинання квантів. Схема установки, розроблена для цієї мети, являла собою посудину, у якому був створений вакуум. У цю посудину впускався тонкий пучок молекул аміаку. На їхньому шляху був установлений конденсатор високої напруги. Молекули більших енергій вільно пролітали через його поле, а молекули малих енергій захоплювалися убік полем конденсатора. Так відбувається сортування молекул по енергіях. Активні молекули попадали в резонатор, влаштований так само, як той, що був описаний вище.

Перший квантовий генератор був створений в 1954 році. Він мав потужність усього в одну мільярдну вата, так що його роботу могли зареєструвати тільки точні прилади. Але в цьому випадку набагато важливіше було те, що підтвердилася принципова правильність самої ідеї. Це була чудова перемога, що відкрила нову сторінку в історії техніки. У ті ж дні в Колумбійському університеті група американського радіофізика Чарльза Таунса створила аналогічний прилад, що одержав назву «мазер». (В 1963 р. Басів, Прохоров і Таунс за своє фундаментальне відкриття одержали Нобелівську премію).

Квантовий генератор Басова-Прохорова й мазер Таунса ще не були лазерами - вони генерували радіохвилі довжиною 1,27см., а лазери випускають електромагнітні хвилі видимого діапазону, які в десятки тисяч разів коротше. Однак принцип роботи обох приладів однаковий, тому творцем лазера потрібно було вирішити тільки окремі завдання. По-перше, необхідно було знайти підходящу активну речовину, що могла б переходити в збуджений стан, тому що не всяка речовина має таку властивість. По-друге, створити джерело порушення, тобто такий пристрій, що має здатність переводити активну речовину в збуджений стан за допомогою надання йому додаткової енергії. По-третє, був потрібний відкритий резонатор для того, щоб змусити брати участь у порушенні всі збуджені частки активної речовини, а також для того, щоб підсилити тільки ті коливання, які поширюються вздовж поздовжньої осі активної речовини. По-четверте, було необхідне джерело живлення, для того щоб підтримувати енергією джерело порушення, інакше лазер не став би працювати. Вирішити всі ці проблеми можна різними способами. Роботи велися багатьма вченими відразу в декількох напрямках. Однак раніше інших пощастило досягти заповітної мети американському фізикові Мейману, що в 1960 році створив перший лазер на рубіновій основі.

Сутність роботи цього лазера полягає в наступному. Енергія від джерела живлення перетвориться джерелом порушення в електромагнітне поле, яким опромінюється активна речовина. У результаті цього опромінення активна речовина переходить зі стану рівноваги в збуджений стан. Внутрішня енергія активної речовини значно зростає. Цей процес зветься «накачування» або «підкачування» активної речовини, а джерело збуджується називається джерелом «накачування» або «підкачування». Коли атоми активної речовини перейдуть у збуджений стан, досить одному електрону зірватися з верхнього рівня, щоб він почав випускати фотон світла, що, у свою чергу, скине кілька електронів з верхнього рівня, чим викличе лавиноподібне виділення енергії іншими збудженими електронами. Відкритий резонатор направить і підсилить випромінювання активної речовини тільки в одному напрямку. Як активна речовина Мейман використав штучний рубін (рубін являє собою кристалічну речовину, що складається з оксиду алюмінію, у якому частина атомів алюмінію заміщена атомами хрому, що особливо важливо, тому що в поглинанні світла бере участь не весь матеріал, а тільки іони хрому).

Генератор порушення складався із трьох блоків: випромінюючої голівки, блоку живлення й блоку запуску. Випромінююча голівка створювала умови для роботи активної речовини. Блок живлення забезпечував енергією заряд двох конденсаторів - основного й допоміжного.

Головним призначенням блоку запуску було генерування імпульсу високої напруги й подача його на електрод, що запускає лампу-спалах. Випромінююча голівка складалася з рубінового стрижня й двох п-подібних ламп-спалахів. Лампи були стандартними, наповненими ксеноном. З усіх боків лампи і рубіновий стрижень охоплювала алюмінієва фольга, що грала роль рефлектора. Конденсатор накопичував і подавав імпульсну напругу порядку 40 тисяч вольт, що викликало потужний спалах ламп. Спалах миттєво переводив атоми рубіна в збуджений стан. Для наступного імпульсу необхідна була нова зарядка конденсатора. Це взагалі дуже простий пристрій викликав до себе величезний інтерес. Якщо суть відкриття Басова й Таунса була зрозуміла лише фахівцям, то лазер Меймана робив величезне враження навіть на непосвячених. У присутності журналістів Мейман неодноразово включав свій прилад і демонстрував його роботу. При цьому з отвору в торці випускався промінь, товщиною не більше олівця. Майже не розширюючись, він упирався в стіну, закінчуючись сліпучою круглою цяткою. Втім, Мейман лише незначно випередив інших винахідників. Пройшло зовсім небагато часу, і повідомлення про створення нових типів лазерів стали надходити з усіх боків.

Як активна речовина в лазерах крім рубіна можуть використовуватися й багато інших сполук, наприклад, фтористий стронцій з домішками, фтористий барій з домішками, скло і т.д. Ним може бути й газ. У тому ж 1960 році газовий лазер на гелій-неоновій основі створив Джавана. Збуджений стан газової суміші досягався за рахунок сильного електричного поля й газових розрядів. Однак як твердотільні, так і газові лазери мають дуже низький ККД. Їхня вихідна енергія не перевищує 1% від спожитої. Отже, інші 99% витрачаються даремно. Тому дуже важливим стало винайдення в 1962 році Басовим, Крохіним і Поповим напівпровідникового лазера. Радянські фізики відкрили, що якщо на напівпровідників впливати електричним або світловим імпульсом, то частина електронів покине свої атоми, і тут утворяться «дірки», які відіграють роль позитивних зарядів. Одночасне повернення електронів на орбіти атомів можна розглядати як перехід з більш високого енергетичного рівня на більш низький, за рахунок чого відбувається випромінювання фотонів. ККД напівпровідникового лазера при порушенні електронним пучком може досягати 40%. Як активна речовина використовувався арсенід галію, що містить домішки п-типу. Із цього матеріалу робилися заготовки або у формі куба, або у формі паралелепіпеда - так званий напівпровідниковий діод. Пластинку діода припаювали до молібденового пелюстка, покритого золотом, щоб забезпечити електричний контакт із п-областю. На поверхню п-області був нанесений сплав золота зі сріблом. Торці діода відігравали роль резонатора, тому вони ретельно полірувалися. Одночасно в процесі полірування їх з високою точністю виставляли паралельно один одному. Випромінювання виходило саме із цих сторін діода. Верхня й нижня сторони служили контактами, до яких прикладалася напруга. На вхід приладу подавалися імпульси.

Довгий час винахідники лазера не могли отримати патент на використання цього пристрою у практиці. Проте, у 1962 році завдяки роботам радянських фізиків Басова та Попова вдалося отримати дозвіл на використання.

Лазери дуже швидко ввійшли в життя людини й стали застосовуватися в багатьох областях техніки й науки. Їхній промисловий випуск почався в 1965 році, коли тільки в Америці більше 460 компаній взялися за розробку й створення лазерних установок.

**Висновок**

Винахід радянських та американських вчених набув широкого розповсюдження в багатьох галузях науки та техніки.

У ХХ – ХХІ столітті використовується багато лазерних установок, які здобули велике визнання в усьому світі. На перший погляд здається, що лише технічні науки використовують на практиці лазерні пристрої. Проте це не так, медична наука, зокрема, також вимагає таких технічних знань. За допомогою лазерів виконують багато складних операцій. В очній практиці широко застосовують лазерні лінзи при відшаруванні сітківки. Це дивовижно, адже мікрохірургія досить кропітка галузь офтальмології, яка потребує точності та акуратності. В сучасних умовах багато людей з порушеннями зору звертаються до лазерної корекції зору. Це дає гарний результат.

З кожним роком з’являється все більше сфер застосування лазерних установок, з’являються нові технології та напрямки.

**Використана література**

1. К. Рыжов Сто великих изобретений. – СПб., 2002г.
2. Підручники з фізики 9 – 11 клас.
3. Завальський Л. Лазерна корекція зору. // Ваше здоров’я. – К., 2003. - № 6.
4. Форсюк Р. Нові дослідження офтальмології. Медичний вісник. // Рівне, 2006. - № 8.