**Дата** 13.01.2021

**Группа** 20-ИСиП-1дк

**Дисциплина** Естествознание (физика)

**Тема Лазеры**

На вопрос о том, что такое *лазер*, академик Н. Г. Басов отвечал так: «Лазер — это устройство, в котором энергия, например, тепловая, химическая, электрическая, преобразуется в энергию электромагнитного поля — лазерный луч. При таком преобразовании часть энергии неизбежно теряется, но важно то, что полученная в результате лазерная энергия обладает более высоким качеством. Качество лазерной энергии определяется ее высокой концентрацией и возможностью передачи на значительное расстояние. Лазерный луч можно сфокусировать в крохотное пятнышко диаметром порядка длины световой волны и получить плотность энергии, превышающую уже на сегодняшний день плотность энергии ядерного взрыва. С помощью лазерного излучения уже удалось достичь самых высоких значений температуры, давления, магнитной индукции. Наконец, лазерный луч является самым емким носителем информации и в этой роли — принципиально новым средством ее передачи и обработки».

Слово лазер образовано сочетанием первых букв слов английского выражения «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» («усиление света при помощи индуцированного излучения»).

**Индуцированное излучение**

В 1917 г. Эйнштейн предсказал возможность так называемого *индуцированного* (вынужденного) излучения света атомами. Под **индуцированным излучением** понимается излучение возбужденных атомов под действием падающего на них света. Характерной особенностью этого излучения является то, что возникшая при индуцированном излучении световая волна не отличается от волны, падающей на атом, ни частотой, ни фазой, ни поляризацией; таким образом, падающая и излученная волны являются когерентными.

На языке квантовой теории вынужденное излучение означает переход атома из высшего энергетического состояния в низшее, но не самопроизвольный, как при обычном излучении, а переход под влиянием внешнего воздействия.

**Лазеры**

Еще в 1940 г. советский физик В. А. Фабрикант указал на возможность использования явления вынужденного излучения для усиления электромагнитных волн. В 1954 г. советские ученые Н. Г. Басов и А. М. Прохоров и независимо от них американский физик Ч. Таунс использовали явление индуцированного излучения для создания микроволнового генератора радиоволн с длиной волны λ = 1,27 см. За разработку нового принципа генерации и усиления радиоволн Н. Г. Басову и А. М. Прохорову в 1959 г. была присуждена Ленинская премия. В 1963 г. Н. Г. Басов, А. М. Прохоров и Ч. Таунс были удостоены Нобелевской премии.

В 1960 г. в США был создан первый лазер — квантовый генератор электромагнитных волн в видимом диапазоне спектра.

Свойства лазерного излучения. Лазерные источники света обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с другими источниками света.

1. Лазеры способны создавать пучки света с очень малым углом расхождения (около 10-5 рад). На Луне такой пучок, испущенный с Земли, дает пятно диаметром 3 км.

2. Свет лазера обладает исключительной монохроматичностью. В отличие от обычных источников света, атомы которых излучают свет независимо друг от друга, в лазерах атомы излучают свет согласованно. Поэтому фаза волны не испытывает нерегулярных изменений.

3. Лазеры являются самыми мощными источниками света. В узком интервале спектра кратковременно (в течение промежутка времени продолжительностью порядка 10-13 с) у некоторых типов лазеров достигается мощность излучения 1017 Вт/см2, в то время как мощность излучения Солнца равна только 7 • 103 Вт/см2, причем суммарно по всему спектру. На узкий же интервал Δλ = 10-6 см (ширина спектральной линии лазера) приходится у Солнца всего 0,2 Вт/см2. Напряженность электрического поля в электромагнитной волне, излучаемой лазером, превышает напряженность поля внутри атома.

**Принцип действия лазеров**

В обычных условиях большинство атомов находится в низшем энергетическом состоянии. Поэтому при низких температурах вещества не светятся.

При прохождении электромагнитной волны сквозь вещество ее энергия поглощается. За счет поглощенной энергии волны часть атомов возбуждается, т. е. переходит в более высокое энергетическое состояние. При этом у светового пучка отнимается энергия, равная разности энергий между уровнями 2 и 1:

hν = Е2 - Е1.

**Трехуровневая система**

Существуют различные методы получения среды с возбужденными состояниями атомов. В рубиновом лазере для этого используется специальная мощная лампа. Атомы возбуждаются за счет поглощения света.

Но двух уровней энергии для работы лазера недостаточно. Каким бы мощным ни был свет лампы, число возбужденных атомов не будет больше числа невозбужденных. Ведь свет одновременно и возбуждает атомы, и вызывает в них индуцированные переходы с верхнего уровня на нижний.

Выход был найден в использовании трех энергетических уровней (общее число уровней всегда велико, но речь идет о «работающих» уровнях). На рисунке 12.7 изображены три энергетических уровня. Существенно, что в отсутствие внешнего воздействия время, в течение которого атомная система находится в различных энергетических состояниях («время жизни»), неодинаково. На уровне 3 система «живет» очень мало, порядка 10-8 с, после чего самопроизвольно переходит в состояние 2 без излучения света. (Энергия при этом передается кристаллической решетке.) «Время жизни» в состоянии 2 в 100 000 раз больше, т. е. составляет около 10-3 с. Переход из состояния 2 в состояние 1 под действием внешней электромагнитной волны сопровождается излучением. Это используется в лазерах. После вспышки мощной лампы система переходит в состояние 3 и спустя промежуток времени около 10-8 с оказывается в состоянии 2, в котором «живет» сравнительно долго. Таким образом и создается «перенаселенность» возбужденного уровня 2 по сравнению с невозбужденным уровнем 1.

Необходимые энергетические уровни имеются в кристаллах рубина. Рубин — это красный кристалл оксида алюминия Аl2O3 с примесью атомов хрома (около 0,05%). Именно уровни ионов хрома в кристалле обладают требуемыми свойствами.

**ТЕСТ**

**Задание #1**

*Вопрос:*

При переходе атома с низшего энергетического уровня на высший...

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) атомом поглощается фотон

2) атомом испускается фотон

3) атомом испускается два когерентных фотона

4) происходит явление термоэлектронной эмиссии

**Задание #2**

*Вопрос:*

На чем основана работа рубинового лазера с трехуровневой системой?

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) На том факте, что в различных возбужденных состояниях атом может находится в течение неодинаковых промежутков времени

2) На явлении фотоэффекта

3) На том, что в этом лазере используется не два зеркала (как в обычном), а три

4) Правильного ответа нет

**Задание #3**

*Вопрос:*

Выберете, для чего могут применяться лазеры в науке и технике?

*Выберите несколько из 4 вариантов ответа:*

1) Для резки металлов

2) Для истребления паразитов

3) Для хранения информации

4) В медицине

**Задание #4**

*Вопрос:*

На чем основана работа лазера

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) На явлении фотоэффекта

2) На явлении индуцированного излучения

3) На фотонах

4) На инфракрасном излучении

**Задание #5**

*Вопрос:*

При переходе атома из высшего энергетического уровня на низший...

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) атомом поглощается фотон

2) атомом испускается фотон

3) атомом испускается два когерентных фотона

4) происходит явление термоэлектронной эмиссии

**Задание #6**

*Вопрос:*

По типу активной среды лазеры подразделяются на…

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) аморфные

2) твердотельные

3) жидкостные

4) газовые

**Задание #7**

*Вопрос:*

Накачка в газовых лазерах может производиться вследствие…

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) химической реакции

2) воздействия мощного источника света

3) электрического разряда

4) перехода электрона с одного типа  полупроводника на другой

**Задание #8**

*Вопрос:*

Накачка в химических  лазерах может производиться вследствие…

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) химической реакции

2) воздействия мощного источника света

3) электрического разряда

4) перехода электрона с одного типа  полупроводника на другой

**Задание #9**

*Вопрос:*

Накачка в оптических лазерах может производиться вследствие…

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) химической реакции

2) воздействия мощного источника света

3) электрического разряда

4) перехода электрона с одного типа  полупроводника на другой

**Задание #10**

*Вопрос:*

Какое свойство лазера используется при строительстве туннелей

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

1) высокая монохромность

2) импульс короткой длительности

3) узкий нерасходящийся луч

4) возможность точной фокусировки

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Исмаилова З.И.