

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 25.09.2024 10:17:15  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

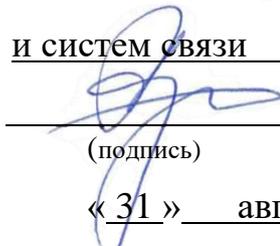
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

космического приборостроения

и систем связи

  
В.Г. Андронов

(подпись)

« 31 » августа 20 23 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Квантовая и оптическая электроника

(наименование дисциплины)

10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

(код и наименование ОПОП ВО)

# 1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## 1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА

### 1. Раздел дисциплины «Основы квантовой электроники»

- 1 Дайте определение квантовой электронике.
- 2 Назовите первые квантовые генераторы когерентного излучения.
- 3 Как образован термин “Laser”?
- 4 Чем отличается излучение лазеров?
- 5 В чем отличия между спонтанным и вынужденным излучением?
- 6 Как связаны друг с другом коэффициенты спонтанного и вынужденного излучения и поглощения?
- 7 Что называется инверсной населенностью и почему она необходима для получения усиления в квантовой системе?
- 8 Какая ширина спектральной линии называется естественной?
- 9 Что такое Доплеровское уширение?
- 10 Чем определяется уширение при столкновениях?
- 11 От чего зависит уширение в твердых телах?
- 12 Чем объясняется уширение в магнитных и электрических полях?
- 13 Опишите устройство лазера и принцип работы?
- 14 Назовите виды накачек?
- 15 Какие процессы учитываются в двухуровневой системе?
- 16 Какие процессы учитываются в трехуровневой системе?
- 17 Сформулируйте условия получения максимального уровня инверсии в трехуровневой системе.
- 18 Почему в четырехуровневой системе можно получать инверсную населенность при минимальном уровне накачки?
- 19 Укажите условия возникновения генерации излучения в квантовой системе.
- 20 Что такое добротность оптического резонатора?

- 21 Как возникает стоячая волна в плоском резонаторе?
- 22 Укажите виды потерь энергии в резонаторе. Какие виды потерь являются полезными?
- 23 Проведите сравнение свойств плоских и сферических резонаторов.
- 24 Что такое насыщение усиления и как оно проявляется?
- 25 Что такое самовозбуждение?
- 26 Опишите развитие лазерного импульса при модуляции добротности.
- 27 Что такое режим самосинхронизации мод?
- 28 Почему ширина линии лазерного излучения может быть меньше естественной ширины линии?
- 29 Что такое когерентность излучения, и для каких областей применения лазеров она важна?
- 30 Как можно экспериментально наблюдать когерентность излучения лазера?
- 31 Какими факторами определяется расходимость лазерного излучения?
- 32 Как формируется поляризация лазерного излучения?
- 33 Почему плотность мощности излучения лазеров может достигать очень больших величин?
- 34 Укажите основные параметры и особенности рубинового лазера?
- 35 Укажите основные параметры и особенности лазера на неодимовом стекле?
- 36 Укажите основные параметры и особенности лазера на алюмоиттриевом гранате?
- 37 Укажите основные параметры и особенности гелий-неонового лазера?
- 38 Укажите основные параметры и особенности лазера на смеси углекислый газ – азот – гелий?
- 39 Укажите основные параметры и особенности газодинамических лазеров?

- 40 Укажите основные параметры и особенности химических лазеров?
- 41 Укажите основные параметры и особенности лазеров на парах металлов?
- 42 Укажите основные параметры и особенности ионно – аргоновых лазеров?
- 43 Укажите основные параметры и особенности азотного лазера?
- 44 Укажите основные параметры и особенности эксимерных лазеров?
- 45 Укажите основные параметры и особенности полупроводниковых лазеров?
- 46 Укажите основные параметры и особенности рубинового лазера?
- 47 Укажите основные параметры и особенности лазеров на красителях?
- 48 Укажите активные ионы в лазерах на рубине, алюмоиттриевом гранате и неодимовом стекле.
- 49 Чем отличаются лазеры на алюмоиттриевом гранате и неодимовом стекле.
- 50 В чем состоит принцип действия волоконных лазеров?
- 51 Назовите положительные свойства волоконных лазеров.
- 52 Укажите функции гелия в гелий-неоновом лазере.
- 53 Почему лазеры на парах меди могут работать только в импульсном режиме?
- 54 На каких переходах молекул углекислого газа происходит генерация?
- 55 Почему активная среда лазера на углекислом газе содержит азот и гелий?
- 56 Укажите, в смесях каких газов при разряде могут образовываться эксимерные молекулы.
- 57 Проанализируйте схему потенциальных кривых одной из эксимерных молекул.
- 58 Сформулируйте принцип работы полупроводникового лазера.
- 59 С чем связаны трудности создания полупроводниковых лазеров в

синей области спектра?

60 В чем состоит основное достоинство жидкостных лазеров?

61 Опишите основные достоинства оптоэлектронных систем.

62 Опишите основные достоинства оптоэлектронных систем.

63 Как электрическая энергия преобразуется в световую в светодиодах?

64 Чем определяется длина волны излучения светодиода?

65 Из чего изготавливаются светодиоды.

66 Чем определяется яркость излучения светодиода и ее насыщение?

67 Зависимость мощности излучения инжекционного лазера от плотности тока через переход.

68 Излучающие области п/п лазеров.

69 Ширина линии излучения п/п лазера.

70 Области генерации п/п лазеров.

## **2. Раздел дисциплины «Основы оптоэлектроники»**

71 Основные закономерности поглощения излучения в п/п.

72 Фоторезисторы как приемники излучения.

73 Принцип работы фотодиодов.

74 Чем определяется величина напряжения холостого хода в фотодиоде.

75 Опишите вольт-амперную характеристику идеального перехода при облучением его светом.

76 Чем определяется длинноволновая граница чувствительности фотодиода.

77 Возможности усиления тока в фотодиоде.

78 Особенности работы фотодиодов Шотки.

79 Принцип работы фототранзисторов и фототиристоров.

80 Применение оптопар.

81 Как согласуются элементы оптопар.

- 82 Электрооптические эффекты в кристаллах.
- 83 Электрооптические эффекты Поккельса и Керра.
- 84 Магнитооптический эффект.
- 85 Устройство и принцип работы электрооптического модулятора.
- 86 Полуволновое напряжение в электрооптическом модуляторе.
- 87 На основе каких элементов создаются электрооптические модуляторы.
- 88 При каких условиях возможна прямая модуляция излучения п/п лазера.
- 89 Устройство оптического диффлектора.
- 90 Структура ВОЛС
- 91 Основные отличительные особенности ВОЛС.
- 92 Устройство оптического световода.
- 93 Потери излучения в оптическом световоде.
- 94 Особенности ввода излучения в световод.
- 95 Волоконные разветвители.
- 96 Классификация ВОЛС
- 97 Основы голографии.
- 98 Принцип записи и считывания в голографии.
- 99 Магнитные и голографические запоминающие системы.
- 100 Восприятие видеоинформации человеком.
- 101 Требования к системам отображения видеоинформации

***Шкала оценивания: 3 балльная.***

***Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):***

**3 балла** (или оценка **«отлично»**) выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание содержания вопроса; дает точные определения основных понятий; аргументированно и логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ актуальными примерами (типовыми и нестандартными), в том числе самостоятельно найденными; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка **«хорошо»**) выставляется обучающемуся, если он владеет содержанием вопроса, но допускает некоторые недочеты при ответе; допускает незначительные неточности при определении основных понятий; недостаточно аргументированно и (или) логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ типовыми примерами.

**1 балл** (или оценка **«удовлетворительно»**) выставляется обучающемуся, если он освоил основные положения контролируемой темы, но недостаточно четко дает определение основных понятий и дефиниций; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; приводит недостаточное количество примеров для иллюстрирования своего ответа; нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**0 баллов** (или оценка **«неудовлетворительно»**) выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием вопроса или допускает грубые ошибки; затрудняется дать основные определения; не может привести или приводит неправильные примеры; не отвечает на уточняющие и (или) дополнительные вопросы преподавателя или допускает при ответе на них грубые ошибки.

**1.2 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ** (аналогично оформляются вопросы для коллоквиума, круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Физические основы распространения оптических волн в волоконных световодах»**

- 1 Дайте определение естественного и поляризованного света?
- 2 Что такое коэффициент поляризации?
- 3 Объясните ход зависимости энергии излучения ЛД от тока накачки?
- 4 Объясните ход зависимости коэффициент поляризации излучения ЛД от тока накачки?
- 5 Объясните закон Брюстера?
- 6 Объясните законы отражения и преломления?
- 7 Что такое полное внутреннее отражение?
- 8 Объясните ход зависимости коэффициента отражения от угла падения?
- 9 Объясните ход зависимости коэффициента преломления от угла падения?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Экспериментальное определение числовой апертуры волоконных световодов»**

- 1 Что такое многомодовый световод?
- 2 Что такое одномодовый световод?
- 3 Что такое NA?
- 4 Объясните методику измерения NA?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Исследование зависимости удельного коэффициента затухания, вносимого изгибом световода от его радиуса»**

- 1 Что такое многомодовый световод?

- 2 Что такое одномодовый световод?
- 3 Чем отличается излучение двух длин волн  $\lambda=0.67$  мкм и  $\lambda=1.3$  мкм?
- 4 Что такое закон Бугера?
- 5 От чего зависит затухание интенсивности излучения в оптическом волокне?
- 6 Что такое коэффициент затухания?
- 7 Объясните ход полученной зависимости коэффициента затухания?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Исследование характеристик разъемных соединителей»**

- 1 Порядок измерения оптической мощности с помощью прибора «Алмаз 33»
- 2 Что такое NA?
- 3 Как устроены волоконные соединители?
- 4 Расскажите методику измерения затухания, вносимого соединением торцов двух световодов?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Исследование характеристик оптического разветвителя 1x2»**

- 1 Порядок измерения оптической мощности с помощью прибора «Алмаз 33»
- 2 Что такое оптические разветвители и какие они бывают?
- 3 Как устроены волоконные разветвители?
- 4 Расскажите методику измерения переходных ослаблений между световодами оптического разветвителя?

*Шкала оценивания: 3 балльная.*

*Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):*

**3 балла** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если

он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**1 балл** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов

или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

***1.3 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ (аналогично оформляются все компетентностно-ориентированные задачи, в том числе кейс-задачи и ситуационные задачи; могут быть структурированы по темам (разделам) дисциплины, как показано ниже, или могут быть приведены в целом по дисциплине (без указания номеров и наименований тем (разделов) дисциплины)).***

***Производственная задача № 1***

Определить энергию кванта света, имеющего длину волны 632,8 нм; 1,06 мкм; 10,6 мкм; 228 нм; 330 нм.

***Производственная задача № 2***

*Коэффициент поглощения излучения в активной среде составляет  $0,1 \text{ см}^{-1}$ . Определить во сколько раз уменьшится интенсивность излучения при прохождении пути  $l$  (10 см, 100 см).*

***Производственная задача № 3***

Сечение поглощения излучения с длиной волны 330 нм хлором составляет  $2 \cdot 10^{-19} \text{ см}^2$ . Определить во сколько раз уменьшится интенсивность при прохождении расстояния 1 м.

***Производственная задача № 4***

Определить коэффициент и сечение поглощения излучения, если сигнал при прохождении расстояния 20 см ослабляется вдвое.

### ***Производственная задача № 5***

Во сколько раз усиливается излучение, если коэффициент усиления составляет а) 0,1 дБ, б) 1 дБ, в) 10 дБ.

### ***Производственная задача № 6***

Интегральный коэффициент усиления системы составляет 10 дБ, выходная мощность 1 мВт. Определить входную мощность.

### ***Производственная задача № 7***

Вероятность перехода  $A_{mn}$  составляет  $2 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$ . Определить время жизни частицы в возбужденном состоянии и ширину энергетического уровня.

### ***Производственная задача № 8***

В трехуровневой системе активным является переход 2 – 1. Укажите: а) каким должно быть время жизни уровня 2 – большим или малым, б) каким должен быть коэффициент Эйнштейна для перехода 1 – 3 – большим или малым, в) какова должна быть скорость перехода 3 – 2 большой или малой для создания максимального уровня инверсии.

### ***Производственная задача № 9***

Почему в четырехуровневой системе инверсия населенностей достигается при минимальном уровне накачки? Проиллюстрируйте ответ графиком.

### ***Производственная задача № 10***

Определить как влияет разность энергий уровней 4 – 3 и 2 – 1 на коэффициент полезного действия четырехуровневой лазерной системы?

***Шкала оценивания: 3 балльная.***

***Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):***

**3 балла** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время или с опережением времени, при этом обучающимся предложено оригинальное (нестандартное) решение, или наиболее эффективное решение, или наиболее рациональное решение, или оптимальное решение.

**2 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время, типовым способом; допускается наличие несущественных недочетов.

**1 балл** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если при решении задачи допущены ошибки некритического характера и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки.

## **2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **2.2 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ**

#### **Вопросы в закрытой форме**

1.

Какие существуют основные методы модуляции добротности в оптическом резонаторе?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Вращение одного из зеркал резонатора.
- b. Установка внутри резонатора оптического модулятора.
- c. Установка внутри резонатора ячейки Фарадея.
- d. Установка внутри резонатора поляризатора
- e. Установка внутри резонатора насыщающегося поглотителя.

2.

Условием усиления электромагнитных колебаний в активной среде является наличие инверсной населенности. Для генерации необходимо, чтобы усиление за один проход в активном веществе превысило все потери. Это может быть обеспечено уровнем инверсии, при котором показатель усиления на данной частоте превысит суммарный показатель потерь.

Укажите какие основные потери излучения могут быть в резонаторе?

Выберите один или несколько ответов:

- a. потери в цепи питания
- b. Потери на разъюстировку резонатора
- c. потери в системе накачки
- d. Потери на несовершенствах зеркал
- e. потери в активном веществе
- f. Дифракционные потери

3.

Квантовая электроника это область науки и техники, посвященная исследованию и применению квантовых явлений для усиления, генерации и преобразования когерентных электромагнитных волн.

Выберите один ответ:

- Верно
- Неверно

4.

Определите особенности в работе резонатора и параметры излучения при режиме модуляции добротности лазера.

Выберите один или несколько ответов:

- a. На выходе генератора импульсы мощностью  $\sim 1 \cdot 10^{13}$  Вт.
- b. Добротность Q резонатора остаётся неизменной во времени.
- c. Период отдельных осцилляций излучения составляет 0,1 - 10 мкс.
- d. Длительность излучения пиковой структуры зависит от длительности импульса накачки и составляет сотни мкс.
- e. Вносятся большие потери, снижающие добротность резонатора во время накачки.
- f. Длительность импульса излучения несколько нс.
- g. Мгновенные включения добротности резонатора.
- h. Импульсы длительностью менее 1 пс.

5.

Определите особенности в работе резонатора и параметры излучения при режиме свободной генерации лазера.

Выберите один или несколько ответов:

- a. Период отдельных осцилляций излучения составляет 0,1 - 10 мкс.
- b. Вносятся большие потери, снижающие добротность резонатора во время накачки.
- c. Импульсы с длительностью менее 1 пс.
- d. Длительность излучения пиковой структуры зависит от длительности импульса накачки и составляет сотни мкс.
- e. Добротность Q резонатора остаётся неизменной во времени.
- f. На выходе генератора импульсы мощностью  $\sim 1 \cdot 10^{13}$  Вт.
- g. Длительность импульса излучения несколько нс.
- h. Мгновенные включения добротности резонатора.

6.

Определите особенности в работе резонатора и параметры излучения лазера при режиме самосинхронизации мод.

Выберите один или несколько ответов:

- a. На выходе генератора импульсы мощностью  $\sim 1 \cdot 10^{13}$  Вт.
- b. Период отдельных осцилляций излучения составляет 0,1 - 10 нс.
- c. Длительность излучения пиковой структуры зависит от длительности импульса накачки и составляет сотни нс.
- d. Длительность импульса излучения несколько нс.
- e. Вносятся большие потери, снижающие добротность резонатора во время накачки.
- f. Импульсы длительностью менее 1 пс.
- g. Мгновенные включения добротности резонатора.
- h. Добротность Q резонатора остаётся неизменной во времени.

7.

Оптоэлектроника представляет собой раздел науки и техники, посвященный генерации, переносу, преобразованию, запоминанию, хранению и отображению информации на основе совместного использования электрических и оптических явлений и процессов.

Выберите один ответ:

- Верно
- Неверно

8.

Что такое светодиод?

Выберите один или несколько ответов:

- a. полупроводниковый излучающий прибор;
- b. длина волны излучаемого света зависит от ширины запрещенной полосы полупроводника;
- c. основные характеристики светодиодов - вольт-амперные, яркостные и спектральные.
- d. имеет один или несколько n-p переходов;
- e. преобразует электрическую энергию в энергию некогерентного светового излучения;

9.

Охарактеризуйте механизм собственного поглощения в полупроводнике?

Выберите один или несколько ответов:

- a. происходит разрыв валентной связи и переход электрона из заполненной зоны в зону проводимости под действием кванта света;
- b. абсолютное значение коэффициентов поглощения достигает  $10^6 \text{ см}^{-1}$ .
- c. граница поглощения сдвигается в красную область при увеличении температуры, уменьшении концентрации примесей, возрастании внешнего электрического поля.
- d. условие процесса  $h\nu > \Delta E$ , где  $\Delta E$  - ширина запрещенной зоны;
- e. связано с ионизацией атомов примеси.
- f. имеет четко выраженную "красную" границу, которая для большинства полупроводников приходится на видимую или инфракрасную область оптического диапазона;

10.

Охарактеризуйте механизм примесного поглощения в полупроводнике?

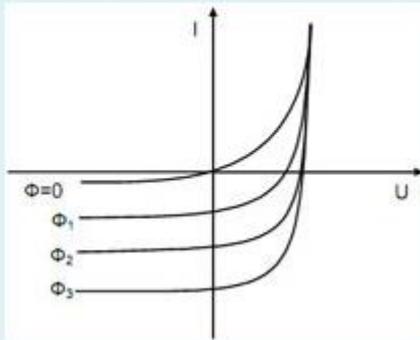
Выберите один или несколько ответов:

- a. поглощение проявляется в инфракрасной области спектра, так как энергия ионизации примеси меньше ширины запрещенной зоны полупроводника;
- b. происходит разрыв валентной связи и переход электрона из заполненной зоны в зону проводимости под действием кванта света.
- c. величина коэффициента поглощения обычно не превышает  $10^3 \text{ см}^{-1}$  и уменьшается с увеличением температуры.
- d. связано с ионизацией атомов примеси;

11.

Вольт-амперные характеристики освещенного идеализированного

p-n перехода при различных интенсивностях падающего света приведены на рис.



В каких режимах могут работать фотоэлектрические приборы с p - n переходом?

Выберите один или несколько ответов:

- а. самосинхронизации мод
- б. генерации гигантского импульса
- в. фотодиодном (на переход подается обратное напряжение и освещение вызывает увеличение тока)
- г. фотовентильном (при отсутствии внешнего напряжения происходит генерация фото ЭДС)
- д. свободной генерации

12.

Выделите активные оптоэлектронные элементы ВОЛС?

Выберите один или несколько ответов:

- а. Оптический аттенюатор
- б. Оптические коммутаторы
- в. Оптические соединители (коннекторы)
- г. Шнур оптический (патч - корд)
- д. Приемники
- е. Устройства ввода / вывода
- ж. оптический разветвитель (сплиттер)
- з. Оптический мультимплексор
- и. Модуляторы
- й. Излучатели
- к. Оптические усилители

13.

Выделите основные отличительные особенности ВОЛС.

Выберите один или несколько ответов:

- а. Малые габариты и масса по сравнению с линиями проводной связи (выигрыш в 3 - 5 раз).
- б. Потенциально низкая стоимость и высокая долговечность оптических линий связи по сравнению с проводными.
- в. Широкий диапазон рабочих частот, позволяющий в принципе передавать по одной линии связи одновременно десять миллиардов телефонных разговоров или миллион телевизионных программ.
- г. Секретность передачи информации: ВОЛС не дает излучения в окружающее пространство, а подключение отводов оптической энергии без разрушения кабеля невозможно.
- д. Высокая помехозащищенность по отношению к электромагнитным воздействиям.

14

В основе принципа голографии лежит - ....

Голограмма это - .....

Выберите один или несколько ответов:

- a. фотографическая картина, получающаяся при сложении двух волн, записывающих информацию (амплитудную) об отраженной от объекта волне.
- b. суммирование интенсивности волн: волны, отраженной от объекта, и некоторой вспомогательной (опорной) волны.
- c. интерференция когерентных волн: волны, отраженной от объекта, и некоторой вспомогательной (опорной) когерентной ей волны.
- d. интерференционная картина, получающаяся при сложении двух когерентных волн, записывающих полную информацию (амплитудно-фазовую) об отраженной от объекта волне.
- e. фоторегистрация отражённой от объекта волны.

15

Важными в жидких кристаллах (ЖК) с точки зрения оптоэлектроники является оптическая и электрическая анизотропия: значения показателей преломления и диэлектрической постоянной в направлении вдоль больших осей молекул и перпендикулярно ему различны, то есть жидкие кристаллы обладают свойством двойного лучепреломления.

В зависимости от знака величины  $\Delta E = E_1 - E_2$  различают положительную и отрицательную диэлектрическую анизотропию.

Как ориентируются при приложении внешнего поля молекулы ЖК?

Выберите один или несколько ответов:

- a. молекулы с отрицательной анизотропией слабо реагируют на приложение поля?
- b. молекулы с отрицательной анизотропией ориентируются поперек поля?
- c. молекулы с отрицательной анизотропией ориентируются вдоль поля?
- d. молекулы с положительной анизотропией ориентируются поперек поля?
- e. молекулы с положительной анизотропией ориентируются вдоль поля?
- f. молекулы с положительной анизотропией слабо реагируют на приложение поля?

16.

Чтобы восстановить записанное на голограмме изображение объекта, надо - .....

При восстановлении голограммы происходит - .....

Выберите один или несколько ответов:

- а. осветить ее дополнительным источником света.
- б. построение изображения при прохождении оптической волны через голограмму на экране.
- в. построение изображения при отражении оптической волны от голограммы на экране.
- г. осветить ее опорной световой волной.
- д. дифракция опорной волны на голографической картине и исходная волна полностью восстанавливается.

17

Укажите определение Оптоэлектроники

Выберите один ответ:

- а. Оптоэлектроника представляет собой раздел науки и техники, посвященный хранению и отображению информации на основе совместного использования электрических и оптических явлений и процессов.
- б. Оптоэлектроника представляет собой раздел науки и техники, посвященный генерации, переносу, преобразованию, запоминанию, хранению и отображению информации на основе совместного использования электрических и оптических явлений и процессов.
- в. Оптоэлектроника представляет собой раздел науки и техники, посвященный генерации, переносу, преобразованию, запоминанию, хранению и отображению информации на основе использования оптических явлений и процессов.
- г. Оптоэлектроника представляет собой раздел науки и техники, посвященный генерации, переносу, преобразованию информации на основе совместного использования электрических и оптических явлений и процессов.
- д. Оптоэлектроника представляет собой раздел науки и техники, посвященный генерации, переносу, преобразованию, запоминанию, хранению и отображению информации на основе использования электрических явлений и процессов.

18.

Укажите определение Квантовой электроники

Выберите один ответ:

- a. Квантовая электроника это область науки и техники, посвященная исследованию и применению квантовых явлений для усиления, генерации и преобразования акустических волн.
- b. Квантовая электроника это область науки и техники, посвященная исследованию и применению квантовых явлений для усиления, генерации и преобразования когерентных электромагнитных волн.
- c. Квантовая электроника это область науки и техники, посвященная исследованию и применению квантовых явлений для усиления, генерации и преобразования магнитных колебаний.
- d. Квантовая электроника это область науки и техники, посвященная исследованию и применению квантовых явлений для усиления, генерации и преобразования волн.
- e. Квантовая электроника это область науки и техники, посвященная исследованию и применению квантовых явлений для усиления, генерации и преобразования электрических колебаний.

19.

Оптический резонатор влияет на формирование в лазере - ?

Выберите один или несколько ответов:

- a. режима генерации
- b. монохроматичности излучения
- c. спектрального состава излучения
- d. диаграммы направленности излучения
- e. интенсивности излучения

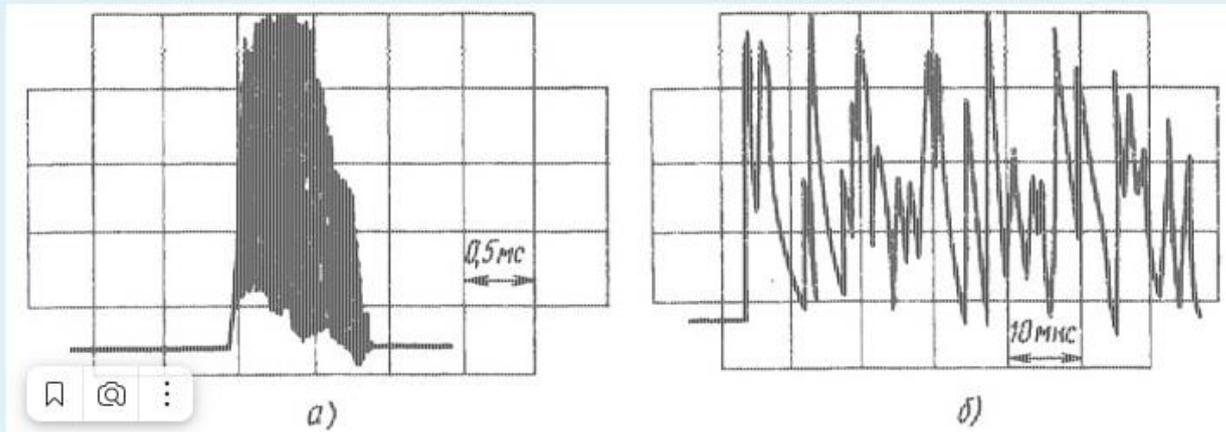
20.

Выделите пассивные оптические устройства ВОЛС?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Оптический компенсатор дисперсии
- b. Оптические излучатели
- c. Оптический изолятор
- d. Оптические усилители
- e. Оптический аттенюатор
- f. Оптические коммутаторы
- g. Оптические приемники
- h. Оптические модуляторы
- i. Оптический мультиплексор
- j. Оптический разветвитель (сплиттер)

Режим регулярных затухающих осцилляций может возникать лишь при одномодовой генерации и неизменности параметров лазера во времени. В реальных условиях, особенно для твердотельных лазеров на диэлектриках и для полупроводниковых лазеров, наблюдается режим нерегулярных пичков, интенсивность которых хаотически изменяется и не затухает во времени.



Осциллограммы «пиковой» структуры лазерного импульса:

а) развертка 500 мкс/см; б) развертка 10 мкс/см.

Определить какому режиму генерации лазера соответствуют осциллограммы?

Выберите один или несколько ответов:

- а. режим синхронизации мод
- б. режим изменения интенсивности
- в. режим изменения напряжения
- г. режим свободной генерации
- д. режим модулированной добротности

Укажите отличия лазерного излучения от естественного света

Выберите один или несколько ответов:

- а. Высокая интенсивность излучения
- б. Высокая направленность излучения
- в. Высокая монохроматичность излучения
- г. Высокая когерентность излучения
- д. Высокая расходимость излучения
- е. Некогерентность излучения
- ж. Широкий спектр излучения

23.

Назовите способы накачек лазеров

Выберите один или несколько ответов:

- а. Накачка с помощью газового разряда
- б. Газодинамическая накачка
- в. Механическая накачка
- г. Возбуждение электронным пучком
- д. Химическая накачка
- е. Оптическая накачка
- ж. Инжекция неосновных носителей заряда через n-p переход
- з. Ультразвуковая накачка

24.

В реальных условиях существует ряд факторов, приводящих к увеличению ширины спектральной линии по сравнению с естественной шириной.

Укажите факторы уширения.

Выберите один или несколько ответов:

- а. Уширение линий в магнитных и электрических полях
- б. Уширение линий в электромагнитных полях
- в. Доплеровское уширение
- г. Уширение в твердых телах
- д. Уширение при столкновениях

25

Стоячие волны.

Условия возникновения.

Выберите один ответ:

- а. На длине резонатора должно укладываться целое число  $\lambda/2$
- б. На длине резонатора должно укладываться целое число  $\lambda/8$
- в. На длине резонатора должно укладываться целое число  $\lambda/4$
- г. На длине резонатора должно укладываться целое число  $\lambda/16$
- д. На длине резонатора должно укладываться целое число  $\lambda$

### Вопросы в открытой форме.

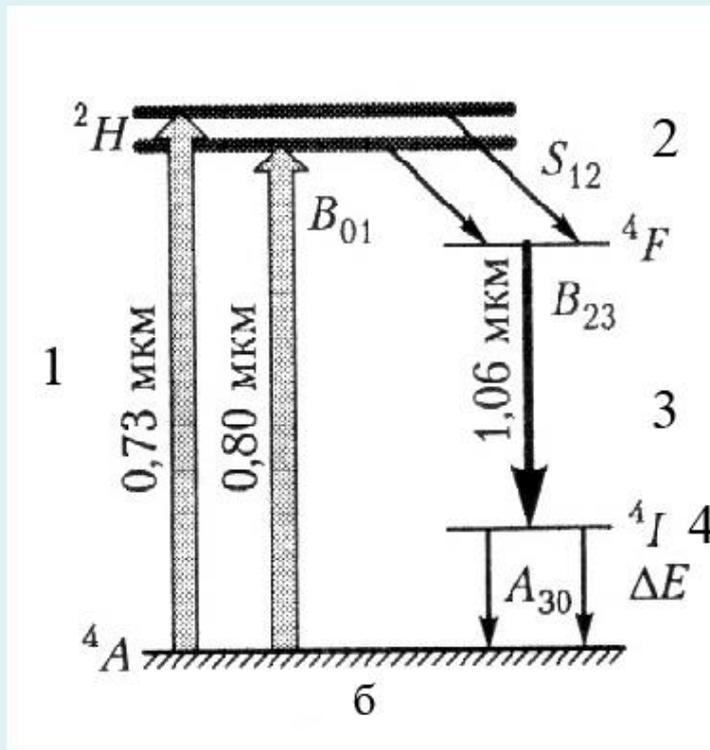
1. Чем отличается излучение лазеров?
2. В чем отличия между спонтанным и вынужденным излучением?
3. Укажите условия возникновения генерации излучения в квантовой системе.
4. Что такое добротность оптического резонатора?
5. Как возникает стоячая волна в плоском резонаторе?

6. Укажите виды потерь энергии в резонаторе.
7. Какие виды потерь в резонаторе являются полезными?
8. Что такое насыщение усиления и как оно проявляется?
9. Что такое самовозбуждение?
10. Как развивается лазерный импульс при модуляции добротности.
11. Что такое когерентность излучения?
12. Как формируется поляризация лазерного излучения?
13. Почему плотность мощности излучения лазеров может достигать очень больших величин?
14. Схема и принцип работы оптоволоконных лазеров.
15. Основные закономерности поглощения излучения в п/п.
16. Принцип работы фотодиодов.
17. Равномерными называют коды...
18. Опишите вольт-амперную характеристику идеального перехода при облучением его светом. ...
19. Чем определяется длинноволновая граница чувствительности фотодиода.
20. Электрооптические эффекты в кристаллах.
21. Устройство и принцип работы электрооптического модулятора.
22. Устройство оптического световода.
23. Основные отличительные особенности ВОЛС.
24. Основы голографии.
25. Потери излучения в оптическом световоде.

## Вопросы на установление последовательности.

1.

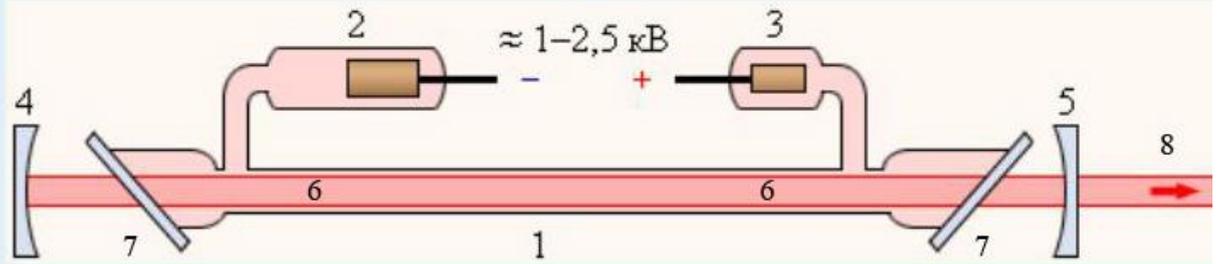
Опишите работу неодимового лазера на основе схемы уровней.



- 3 Выберите...
- 1 Выберите...
- 2 Безызлучательная релаксация
- 2 Спонтанное излучение
- 4 Лазерный переход
- 4 Накачка излучением

2.

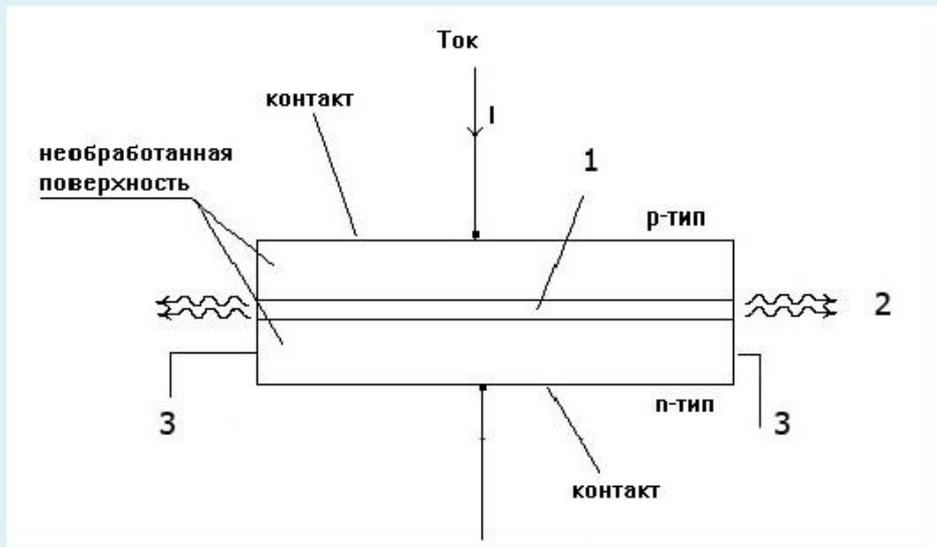
Укажите основные элементы конструкции газового гелий - неоновового лазера -?



- 6 Выберите... ▾
- 5 Выберите...  
глухое зеркало резонатора
- 2 Катод  
Стеклянная трубка со смесью гелия и неона
- 4 излучение лазера с линейной поляризацией
- 1 полупрозрачное зеркало резонатора  
Анод
- 7 высоковольтный разряд
- 7 окна под углом Брюстера
- 8 Выберите... ▾
- 3 Выберите... ▾

3.

На рис. представлено схематическое изображение полупроводникового (инжекционного) лазера.



Определить элементы лазера?

Накачка

Активный элемент

Излучение лазера

Оптически ровные и параллельные грани

Охлаждение

Выберите... ▾

Выберите...

2

3

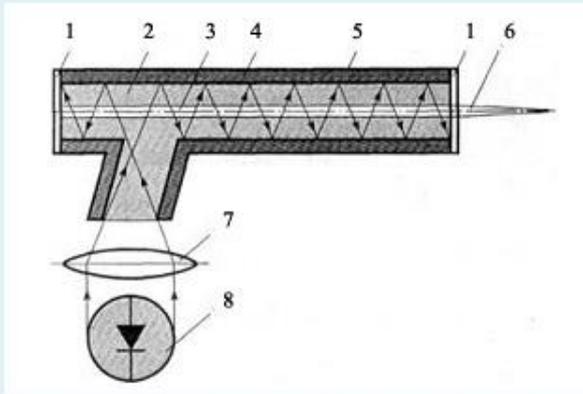
1

-

Выберите... ▾

4.

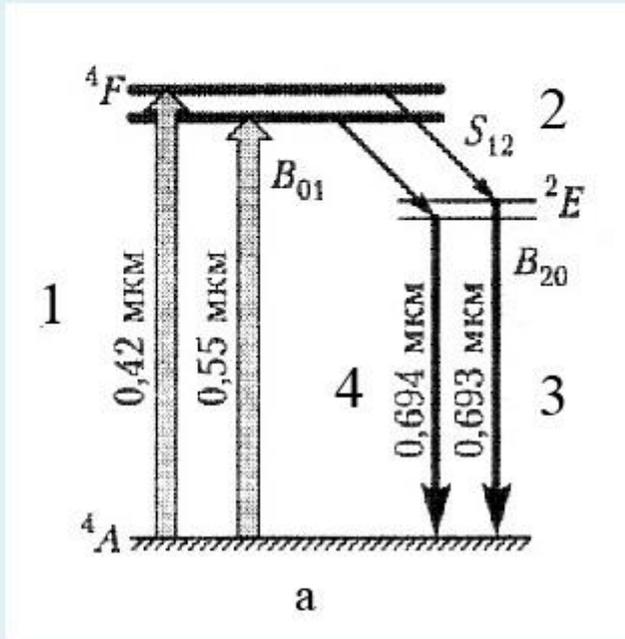
Опишите схему волоконного лазера.



- 5 Выберите... ▾
- 3 Выберите...
- 4 Фокусирующая линза
- 4 Светодиоды
- 6 Активированное световедущее волокно
- 6 Лазерный луч
- 7 Оптическое кварцевое волокно
- 7 Светоотражающее покрытие
- 1 Торцевое зеркало
- 1 Защитная оболочка
- 8 Выберите... ▾
- 2 Выберите... ▾

5.

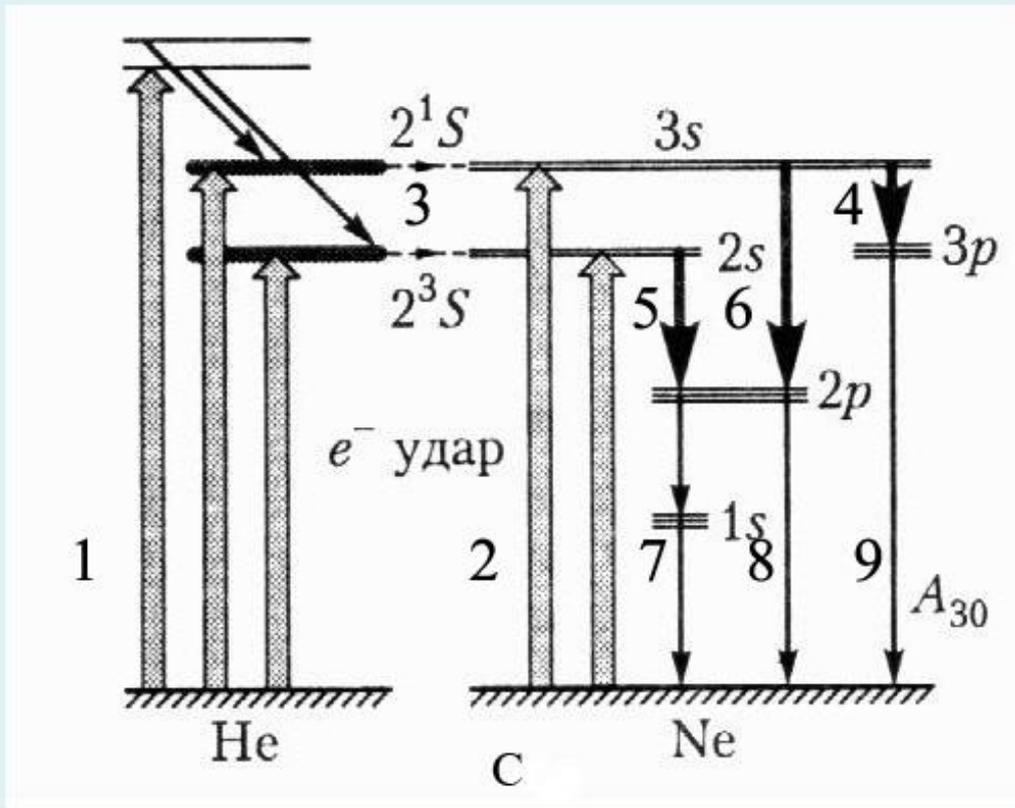
Опишите работу рубинового лазера на основе схемы уровней.



- 1 Выберите... ▾
- 2 Выберите... ▾
- 4 Быстрая релаксация
- 4 Лазерный переход
- Накачка излучением
- 3 Выберите... ▾

6.

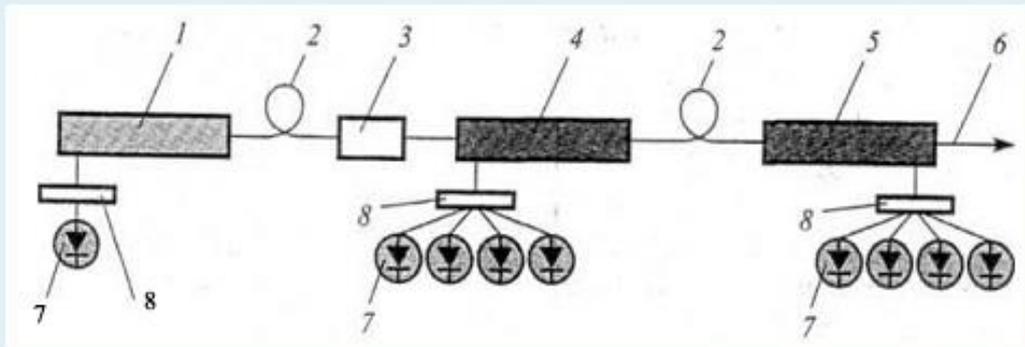
Опишите работу гелий-неонового лазера на основе схемы уровней.



- 5 Выберите...
- 7 Выберите...
- 6 Накачка путем неупругих столкновений
- 8 Радиационное расселение
- 4 Лазерный переход 0,63 мкм
- 1 Выберите...
- 9 Выберите...
- 3 Выберите...
- 2 Выберите...

7.

Опишите схему многокаскадного волоконного усилителя.



6 Выберите... ▾

1 Выберите...

5 Соединяющее световое волокно  
Фокусирующие системы

2 Мощный усиливающий волоконный лазер первой ступени  
Светодиоды накачки

3 Лазерный луч

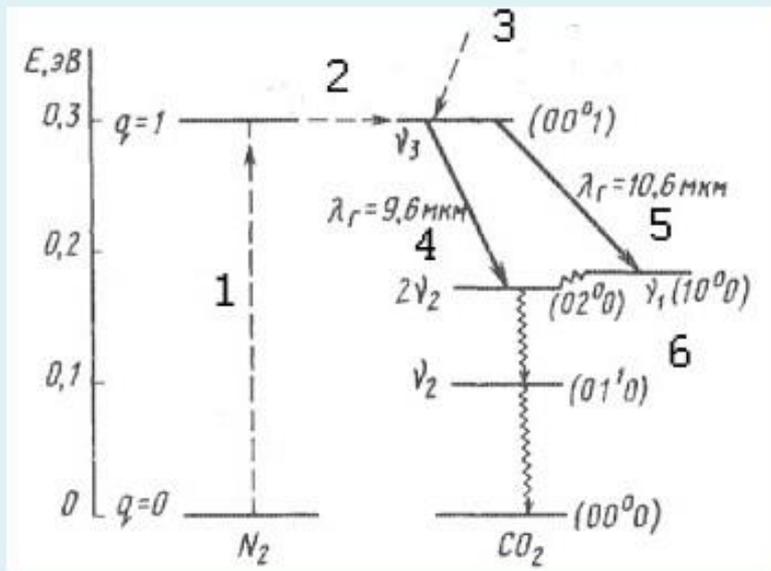
4 Мощный усиливающий волоконный лазер второй ступени  
Задающий волоконный лазер

8 Выберите... ▾

7 Выберите... ▾

8.

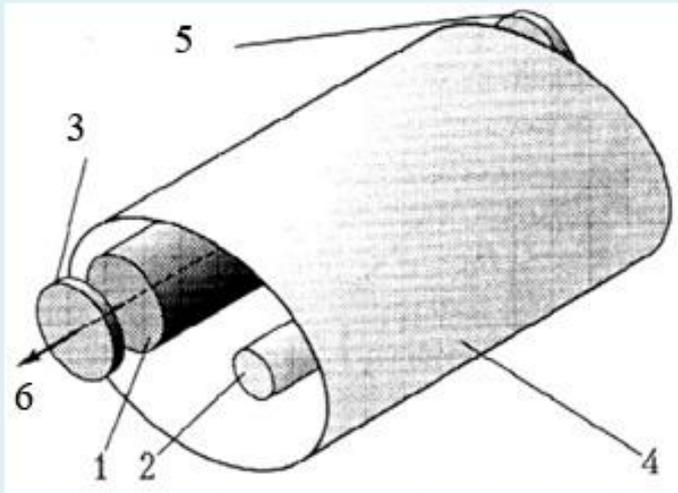
Назовите процессы показанные на схеме работы CO<sub>2</sub> лазера?



- 3 Выберите...
- 5 Выберите...  
Столкновения с электронами
- 6 Каскадные переходы  
Резонансная передача возбуждения
- 4 Лазерный переход  
опустошение нижнего лазерного уровня
- 1 Выберите...
- 2 Выберите...

9.

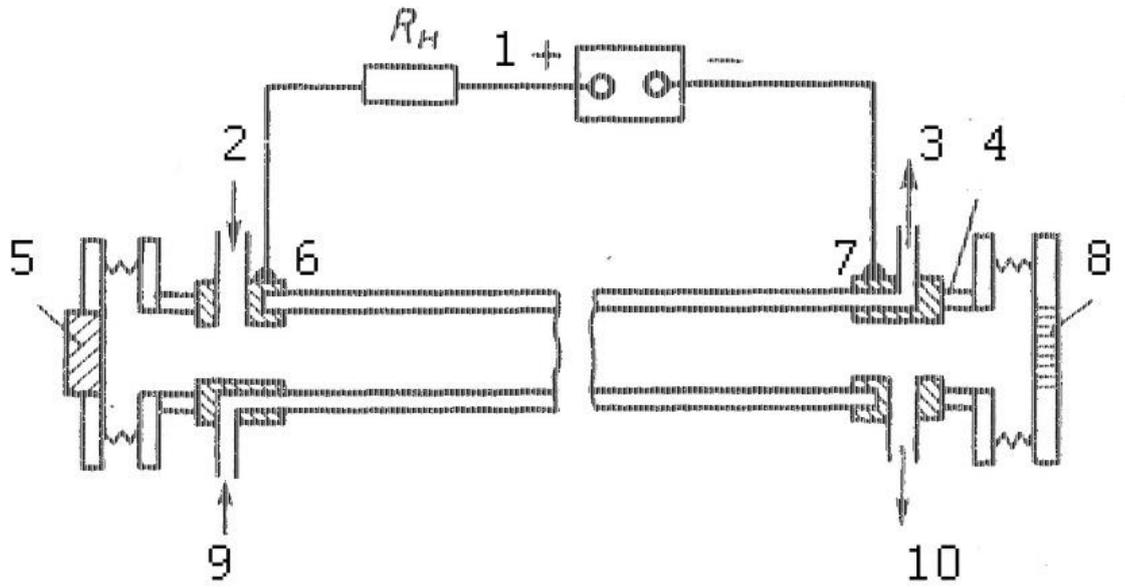
Укажите основные элементы конструкции твердотельного неодимового лазера -?



- 5 Выберите...
- 1 Выберите...
- 4 лампа накачки
- 4 глухое зеркало резонатора
- 6 полупрозрачное зеркало резонатора
- 6 активный элемент
- 3 излучение лазера
- 3 зеркальный отражатель
- 2 Выберите...

# 10.

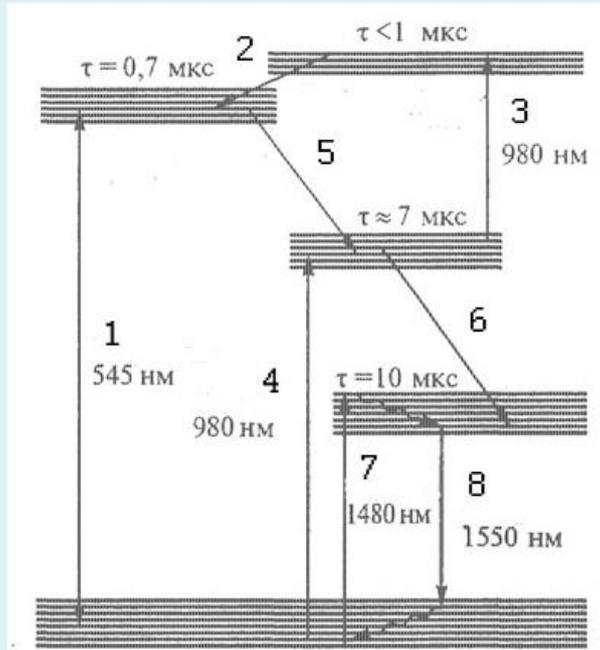
Показать элементы устройства CO<sub>2</sub>-лазера с продольной прокачкой газа.  
 Основной целью прокачки газовой смеси, состоящей из CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и He в соотношении примерно 1:1:8, является удаление продуктов диссоциации, особенно молекул CO, которые ухудшают работу лазера. Мощность, получаемая с единицы длины разряда в этих лазерах, достигает 50... 100 Вт/м при диаметре трубки около 1,5 см.



- 9 Выберите...
- 10 Выберите...
- Изолятор
- Впуск газовой смеси
- Выход охлаждающей жидкости
- 8 Выход газовой смеси
- 3 Система накачки
- 2 Вход охлаждающей жидкости
- Выходное зеркало
- 7 Электрод
- Глухое зеркало
- 1 Выберите...
- 5 Выберите...
- 4 Выберите...

11.

Опишите схему энергетических уровней  $\text{Er}^{+3}$  в кварцевом



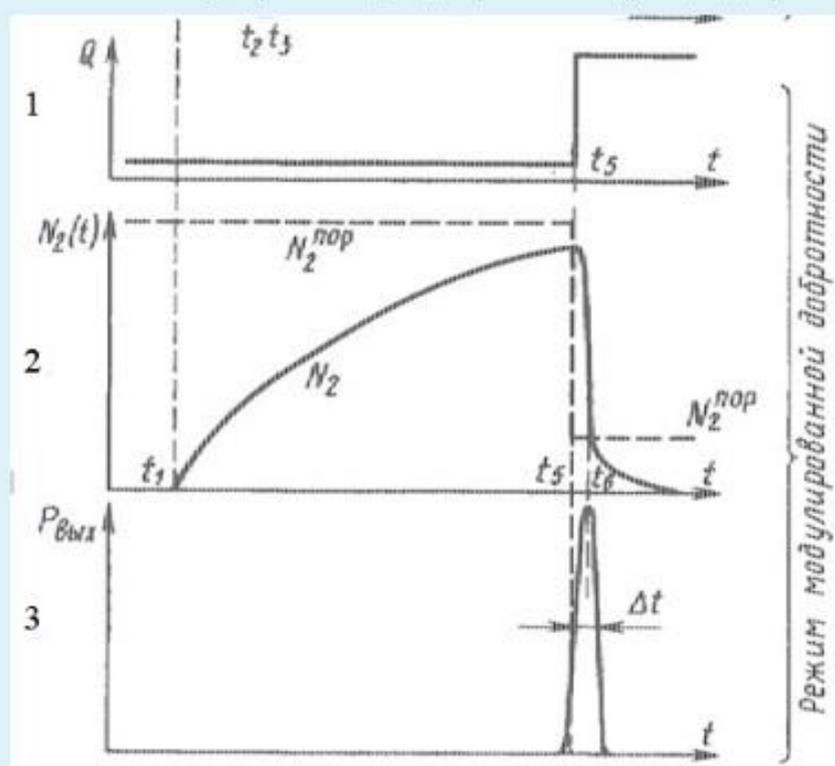
волокне приведённую на рис.  $\tau$  - время жизни состояния.

- 7 Выберите... ▾
- 4 Выберите...  
Безызлучательный переход
- 5 Накачка  
Лазерный переход
- 3 Выберите... ▾
- 1 Выберите... ▾
- 2 Выберите... ▾
- 6 Выберите... ▾
- 8 Выберите... ▾

12.

Режим модулированной добротности.

Если поместить внутри лазерного резонатора затвор, вносящий большие потери и снижающий добротность резонатора, то потери вносятся на время действия накачки, с тем чтобы показатель усиления в активной среде возрос до очень большого значения, но генерация не начиналась. В этот промежуток времени активная среда накапливает энергию и инверсия достигает максимального значения. Если теперь открыть затвор, то усиление окажется намного выше порогового, что приведет к резкому возрастанию интенсивности вынужденного излучения и одновременному сбросу инверсии вследствие индуцированных переходов. Запасенная в активном веществе энергия выделится в виде короткого (длительностью порядка нескольких наносекунд) интенсивного импульса света. Что показывают диаграммы 1, 2, 3 для режима модуляции добротности?

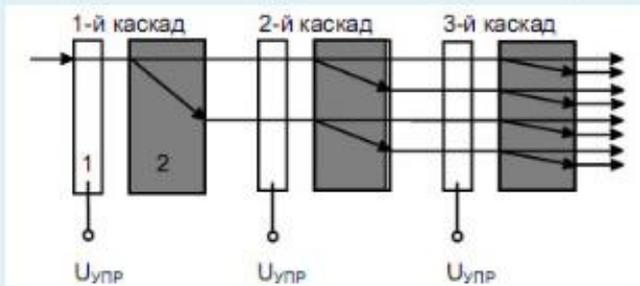


- 2 Выберите...
- 1 Выберите...
- 3
- Изменение тока системы накачки
  - Генерация короткого интенсивного импульса света
  - Достижение максимальной инверсии в активной среде
  - Переход системы в возбужденное состояние
  - Изменение интенсивности излучения накачки
  - Изменение добротности внутри резонатора

Завершить Закрыть

### 13.

Дефлектор представляет собой устройство для изменения пространственного положения лазерного луча. Наибольшее применение в оптоэлектронике находят электрооптические и акустооптические дефлекторы. Схема электрооптического дефлектора показана на рисунке.



Опишите назначение элементов и их обозначение.

Двулучепреломляющий кристалл в котором излучение раздваивается, и эти процессы повторяются в каждом каскаде.

В зависимости от комбинации напряжений можно получить  $2i$  дискретных положений в пространстве луча на выходе дефлектора ( $i$  - число каскадов).

Общее число положений луча в пространстве, достижимое в электрооптическом дефлекторе, составляет  $N = \varphi d / \lambda$ , где  $N$  - число положений луча,  $\varphi$  - максимальный угол отклонения луча,  $\lambda$  - длина волны.

Оптический модулятор поляризации обеспечивается плавное изменение поляризации излучения по заданному закону в каждом каскаде.

Выберите... ▾

Выберите...

2,

$U_{упр}$

1,

выберите... ▾

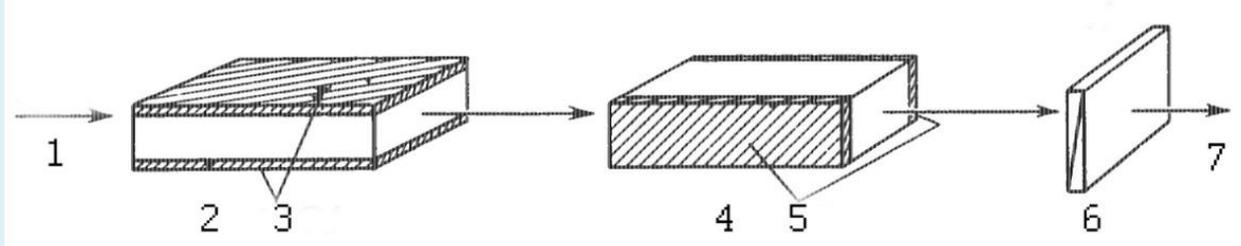
Выберите... ▾

# 14.

Основу электрооптического модулятора составляют два кристалла одинаковых размеров с взаимно перпендикулярными кристаллографическими осями. Это обеспечивает компенсацию температурных эффектов. Изменяя управляющее напряжение на кристаллах, можно регулировать фазу выходного сигнала по отношению к входному. Для преобразования изменения фазы в изменение интенсивности используется анализатор. Интенсивность излучения на выходе модулятора без учета поглощения определяется выражением:

$$E_{\text{вых}} = E_{\text{вх}} \sin^2(\pi U_{\text{упр}} / 2U_{\lambda/2})$$

где  $E_{\text{вх}}$ ,  $E_{\text{вых}}$  - интенсивность излучения на входе и выходе;  $U_{\text{упр}}$  - напряжение управления;  $U_{\lambda/2}$  - полуволновое напряжение управления. Устройство электрооптического модулятора представлено на рисунке.

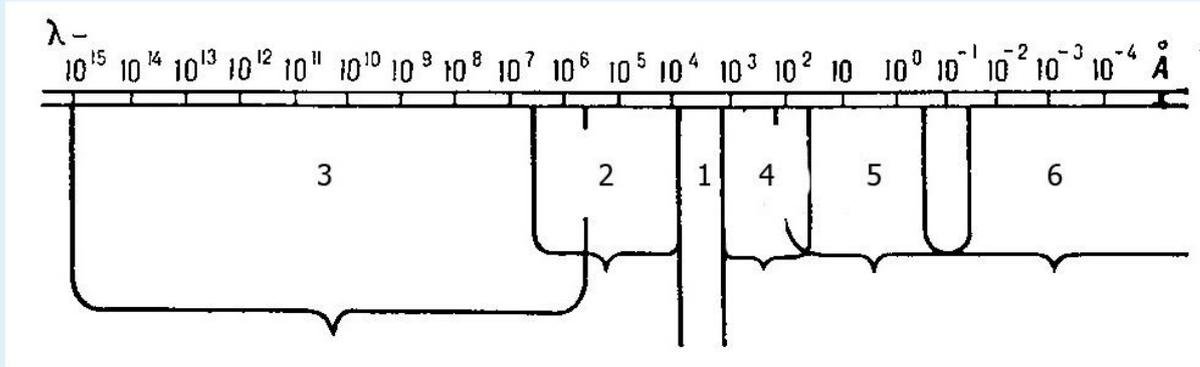


Опишите устройство электрооптического модулятора.

5	Выберите...
1	Выберите...
3	Первый электрооптический кристалл
2	Электроды первого кристалла
2	Оптический анализатор
2	Входной луч
6	Выходной луч
6	Электроды второго кристалла
4	Второй электрооптический кристалл
4	Выберите...
7	Выберите...

# 15.

Шкала электромагнитных длин волн.

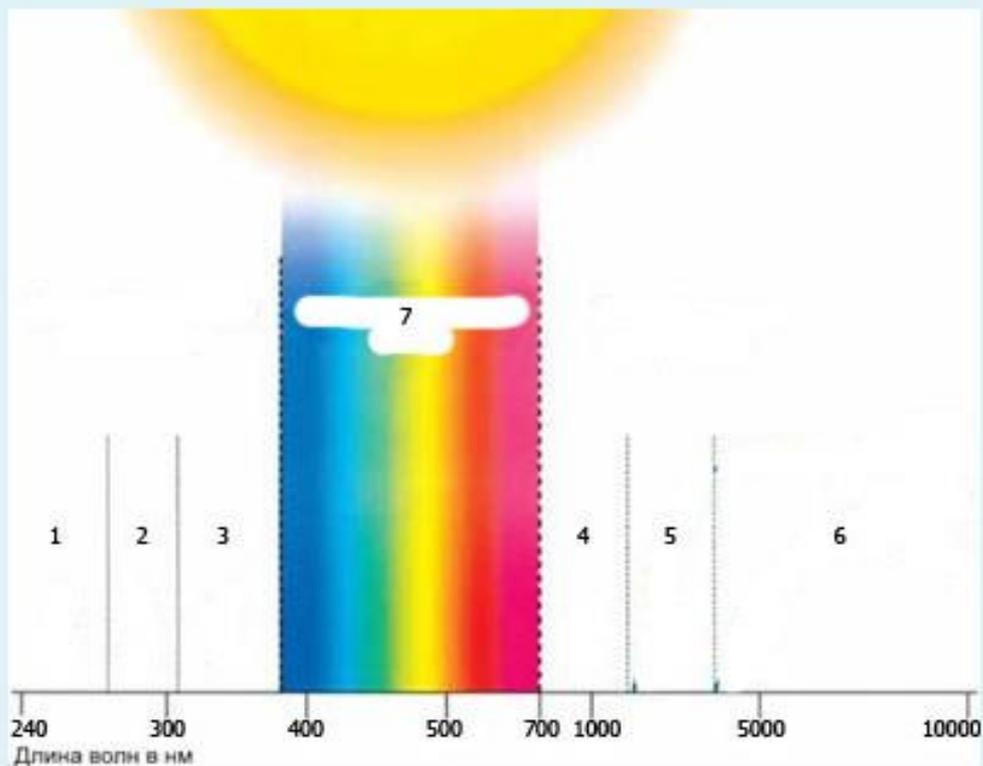


Укажите диапазоны длин волн.

Радио	Выберите...
Видимый	Выберите...
Рентгеновский	4
Инфракрасный	2
Ультрафиолетовый	1
Гамма	6
	5
	3
	Выберите...

16.

Спектр оптического излучения.



Укажите диапазоны спектра.

Инфракрасный URC (дальний)

Выберите... ▾

Ультрафиолетовый UVC

Выберите...

Инфракрасный IRB (средний)

4

Ультрафиолетовый UVA

2

Видимый

1

Ультрафиолетовый UVB

6

Инфракрасный IRA (ближний)

7

5

3

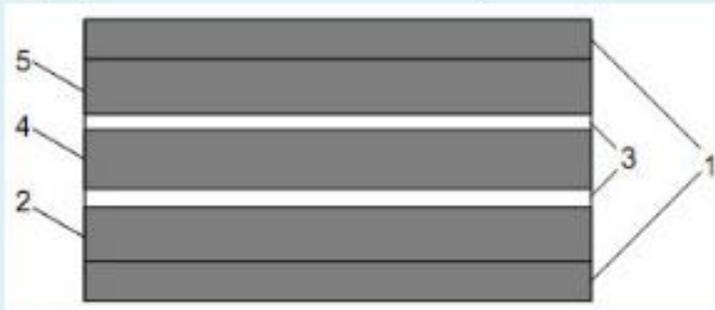
Выберите... ▾

Выберите... ▾

17.

Оптоэлектронная пара содержит светоизлучатель и фотоприемник, связь между которыми осуществляется оптически, а элементы ее гальванически полностью развязаны. Оптопары используются как элемент электрической развязки в цифровых и импульсных устройствах, системах передачи аналоговой информации, системах автоматики. Они являются составным элементом оптических микросхем.

На рисунке показана схема оптопары.



Опишите схему оптопары.

2. Выберите...

5. Выберите...

3. металлические электроды;

4. светоизлучатель;

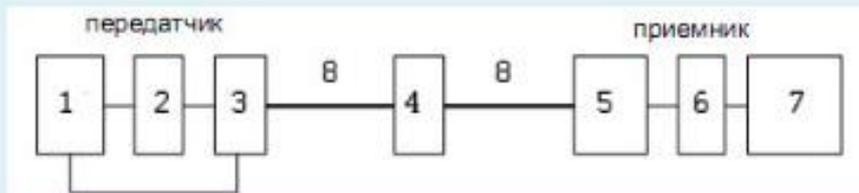
1. прозрачные электроды (оксид олова);

фотоприемник.

1. Выберите...

18.

С возникновением лазеров появилась возможность использования электромагнитных колебаний оптического диапазона в системах связи. Но открытые линии лазерной связи недостаточно надежны и потенциальные возможности оптической связи стали эффективно реализовываться после появления в середине шестидесятых годов волоконных световодов. Волоконные световоды являются основой современных ВОЛС. Структурная схема волоконно-оптической линии связи показана на рис.



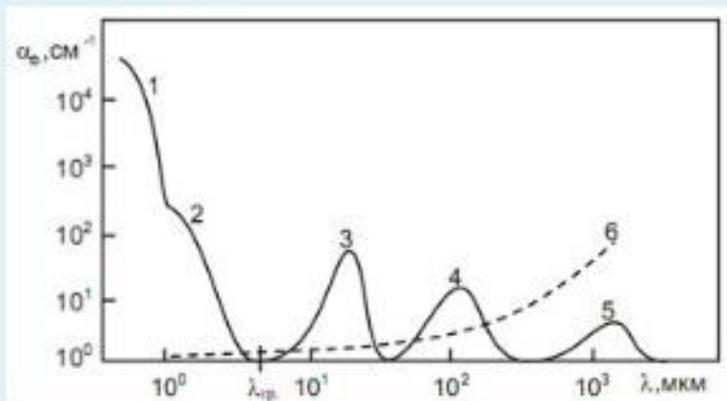
Опишите схему волоконно-оптической линии связи.

8	Выберите...	⌵
3	<b>Выберите...</b>	
6	Выходное декодирующее устройство	
7	Лазер	
2	Кодирующее устройство	
4	Усилитель	
1	ретранслятор	
5	Фотоприемник	
	Модулятор	
	Оптическое волокно	
1	Выберите...	⌵
5	Выберите...	⌵

19.

Оптическое излучение при взаимодействии с кристаллом полупроводника частично поглощается, частично отражается от его поверхности или проходит через кристалл. Мощность излучения по мере прохождения через кристалл убывает по экспоненциальному закону:  $I_x = I_0(1-R)\exp(-ax)$ , где  $I_0$  -падающая мощность светового излучения,  $R$  - коэффициент отражения,  $a$  - коэффициент поглощения.

Зависимость коэффициента поглощения от длины волны падающего излучения называется спектром поглощения. Типичный спектр поглощения полупроводников показан на рис.

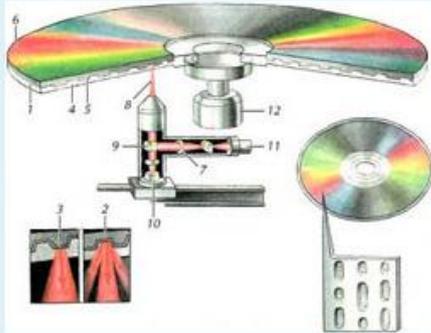


Поясните механизмы поглощения светового излучения.

4	Выберите...	⇅
6	Выберите...	
1	собственное поглощение в результате прямых переходов;	
	поглощение свободными носителями заряда.	
	решеточное поглощение;	
5	собственное поглощение при не прямых переходах;	
	примесное поглощение;	
3	Выберите...	⇅
2	Выберите...	⇅

20.

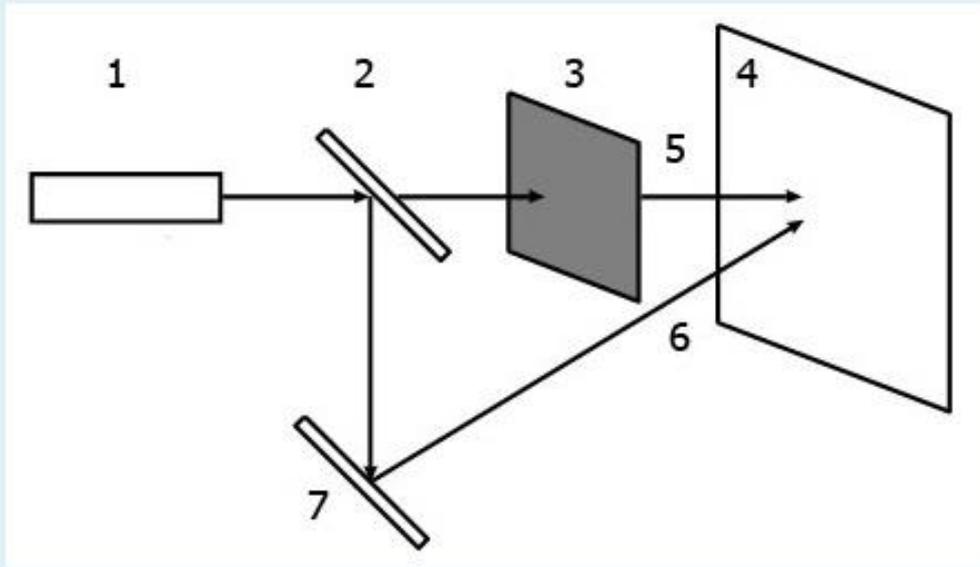
Опишите устройство считывания информации с компакт-диска.



6	Выберите...	◆
5	Выберите...	
7	двигатель, вращающий диск	
9	отражающее покрытие (записывающая поверхность)	
11	защитный слой	
11	преломляющая призма	
10	лазерное устройство	
10	впадина (пит)	
3	фокусирующий объектив	
8	лазерный луч	
8	фотодетектор	
12	Выберите...	◆
4	Выберите...	◆
1	Выберите...	◆
2	Выберите...	◆

21.

На рис. представлена схема голографической записи информации.



Укажите элементы схемы?

Объект

Лазер

Опорный луч

Голограмма

Отклоняющее устройство

Делитель

Сигнальный луч

Выберите... ▾

Выберите...

6

4

1

3

7

2

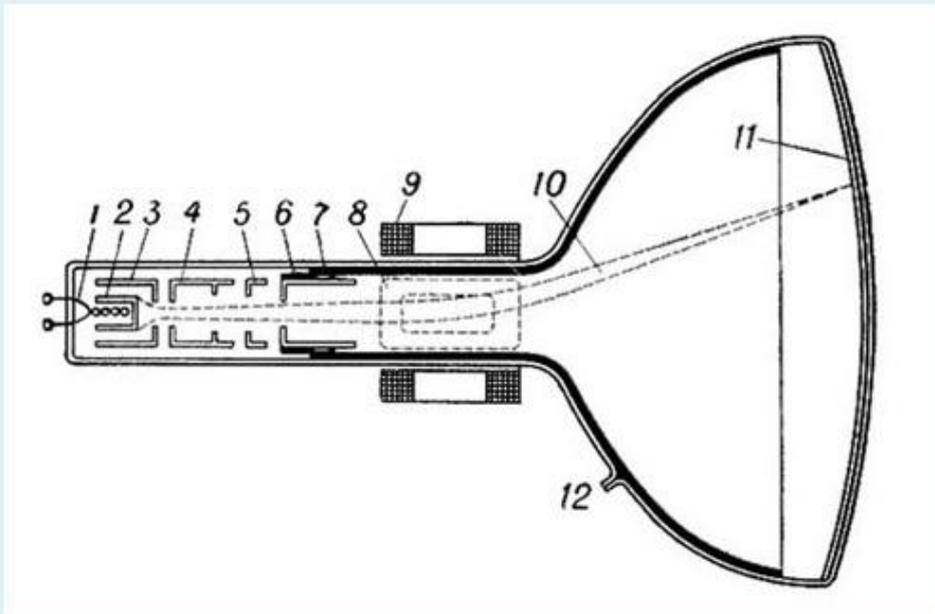
5

Выберите... ▾

Выберите... ▾

22.

Устройство черно-белого кинескопа.



Укажите элементы кинескопа?

нить накала катода

проводящее покрытие

экран

первый анод

второй анод

электронный луч

ускоряющий электрод

вывод второго анода

управляющий электрод

катушки вертикального отклонения луча

катод

катушки горизонтального отклонения луча

Выберите... ▾

Выберите...

4

2

3

8

6

12

1

7

11

5

10

9

Выберите... ▾

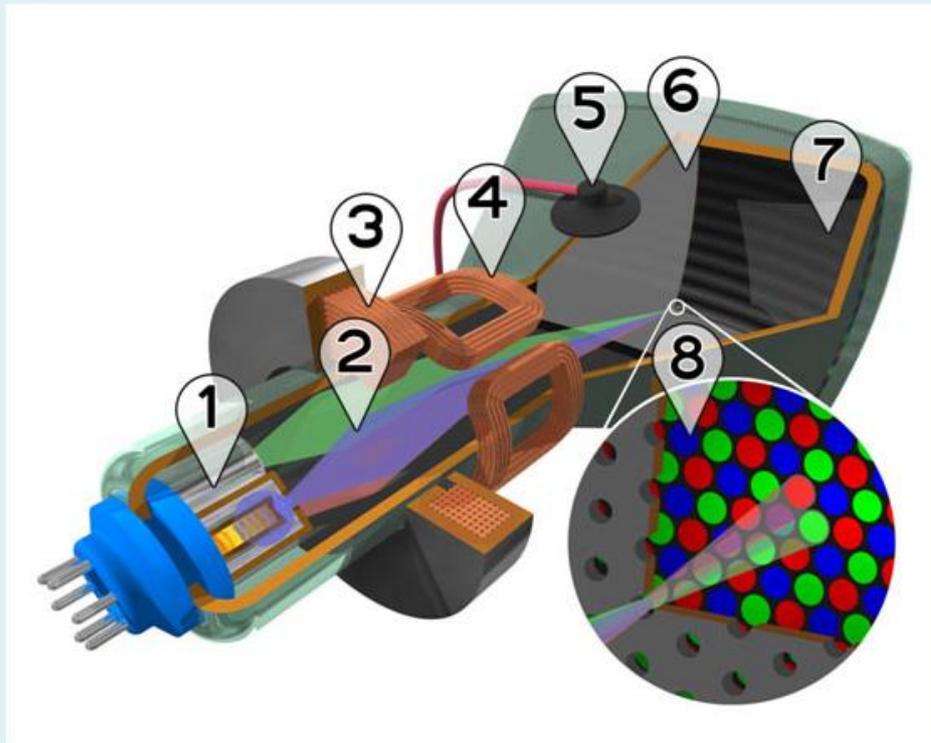
Выберите... ▾

Выберите... ▾

Выберите... ▾

23.

Устройство цветного кинескопа.



Укажите элементы кинескопа.

Маска

Фокусирующая катушка

Маска которая обеспечивает прохождение лучей только в "свои" зерна люминофора

Анод

Зерна люминофора

Электронные лучи

Отклоняющие катушки

Электронные пушки

Выберите... ▾

Выберите...

5

4

7

1

6

3

2

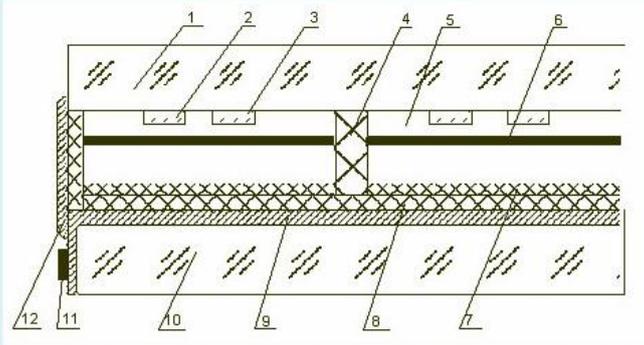
8

Выберите... ▾

Выберите... ▾

24.

Наиболее широкое применение находят газоразрядные индикаторные панели переменного тока, принципиальная схема которых показана на рис.



Укажите элементы схемы.

диэлектрик

адресный электрод

стеклопластина

защитный слой

диэлектрические барьеры

электрод индикации

электрод индикации

стеклопластина

контактная площадка

диэлектрик

люминофор

шов герметизации

Выберите... ▾

Выберите...

5

3

10

1

7

6

4

8

11

9

12

2

Выберите... ▾

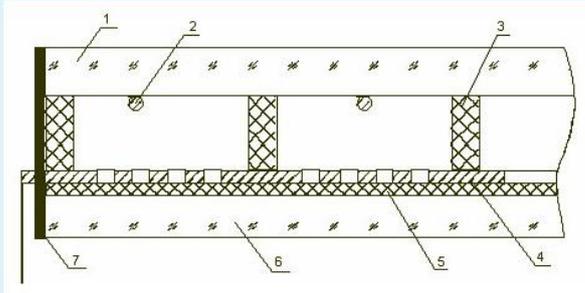
Выберите... ▾

Выберите... ▾

Выберите... ▾

25.

Газоразрядная индикаторная панель представляет собой две стеклянные пластины, расположенные параллельно друг другу и загерметизированные по периметру тонким слоем специального герметика. На внутренних поверхностях стеклопластин расположены люминофорные элементы и электродные системы, образующие матричную триадную систему управления отображением информации. Приборы наполнены смесью инертных газов, обычно ксенона и неона, при давлениях близких к атмосферному. Различают панели постоянного и переменного тока. Принципиальная схема ГИП постоянного тока показана на рис.



Укажите элементы схемы.

диэлектрическая матричная решетка

Выберите... ▾

анод

Выберите...

шов герметизации

3

тыльная стеклопластина

5

лицевая стеклопластина

7

катод

1

люминофор

4

6

2

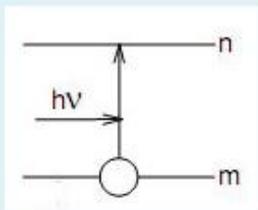
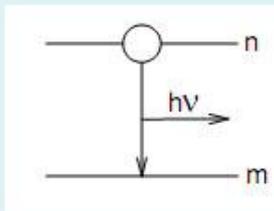
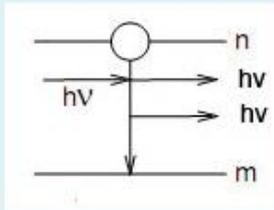
Выберите... ▾

Выберите... ▾

## Вопрос на установление соответствия.

1.

Назовите квантовые переходы соответствующие рисункам.



Выберите...

Выберите...

Вынужденный переход с испусканием фотона

Спонтанный переход с испусканием фотона

Спонтанный переход с поглощением и испусканием фотона

Спонтанный переход с поглощением фотона

Вынужденный переход с поглощением фотона

Выберите...

2.

Уширение спектра

В твердых активных веществах уширение спектральных линий наблюдается

Эффект Штарка - расщепление и смещение энергетических уровней.

Эффект Зеемана - расщепление энергетического уровня  $E_m$  на несколько подуровней  $g_m$ . Сопровождается уширением спектральной линии, а число  $g_m$  различных состояний - называется кратностью (степенью) вырождения уровня.

Выберите...

Выберите...

При воздействии внешнего электрического поля

При воздействии внешнего магнитного поля

При неоднородности кристалла и тепловых колебаниях решетки.

Выберите...

3.

Для каких лазеров используются различные виды накачки?

газовые лазеры	Выберите...
газовые лазеры	Выберите... накачка с помощью газового разряда газодинамическая накачка оптическая накачка
жидкостные лазеры	Инжекция неосновных носителей заряда через n-p переход
полупроводниковые лазеры	химическая накачка возбуждение электронным пучком
газовые лазеры	Выберите...
полупроводниковые лазеры	Выберите...
твердотельные лазеры	Выберите...
газовые лазеры	Выберите...

4.

Если на систему, содержащую частицы  $m$  и  $n$ , падает электромагнитная волна с частотой  $\nu$  и со спектральной плотностью  $\rho(\nu)$ , то единицей объема среды в процессе

условие  $N_n$  больше  $N_m$

$W_u = h\nu B_{nm} \rho(\nu) N_n$

$W_u - W_n = h\nu B_{nm} \rho(\nu) [N_n - N_m]$

$B_{mn} = B_{nm}$

$W_n = h\nu B_{nm} \rho(\nu) N_m$

Выберите...
Выберите... мощность излучения, вышедшая из активной среды наличие в системе инверсной заселенности уровней, мощность излучения в процессе вынужденного излучения условие выполнения соотношений мощность поглощенная в процессе вынужденного поглощения
Выберите...

5.

Определить соответствие в двух частях выражения.

Частотный интервал, в пределах которого интенсивность убывает вдвое по сравнению с максимальным значением,

время жизни частицы в возбужденном состоянии есть величина,

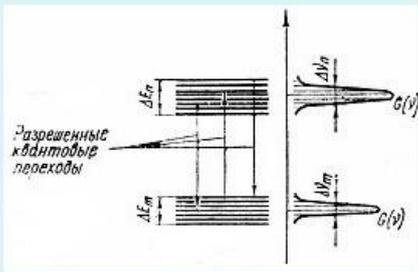
Ширина спектральной линии, определяемая спонтанными переходами,

Форма спектральной линии с естественной шириной

Выберите...
Выберите... описывается функцией Лоренца, которую иногда называют форм- фактором называется шириной спектральной линии $\Delta\nu$ , называется естественной шириной, которая прямо пропорциональна вероятности спонтанного перехода обратная вероятности перехода.
Выберите...

6.

Укажите представления системы энергетических уровней



Выберите...

Выберите...

Представление трехуровневой системы энергетических уровней

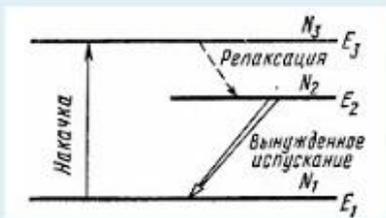
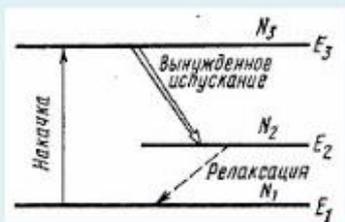
Представление идеальной системы энергетических уровней

Представление реальной системы энергетических уровней

Выберите...

7.

Определить варианты трехуровневых схем?



Выберите...

Выберите...

2 тип - рабочий переход заканчивается в возбужденном состоянии

3 тип - прямой рабочий переход

1 тип - рабочий переход заканчивается в основном состоянии

Выберите...

8.

Сформируйте определения.

Частоты колебаний резонатора называются

Оптический резонатор называется открытым,

В объемном резонаторе могут возбуждаться колебания

Собственный тип колебаний резонатора называется

Выберите...

Выберите...

модой.

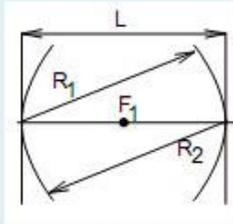
если отражающие стенки его не замкнуты.

только с определенными длинами волн, образующие стоячую волну.

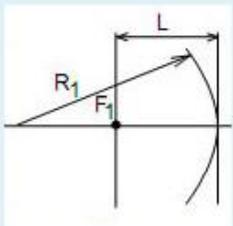
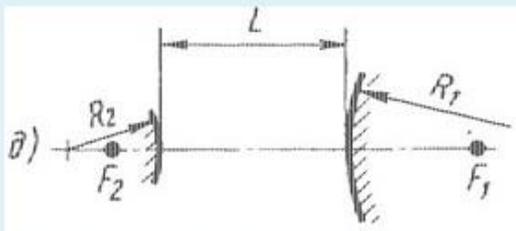
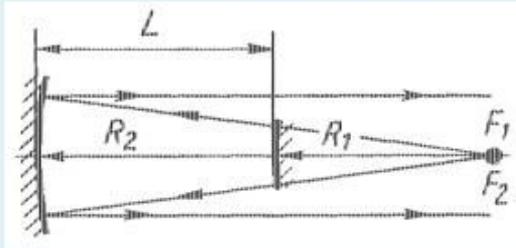
резонансными, а колебания – собственными.

9.

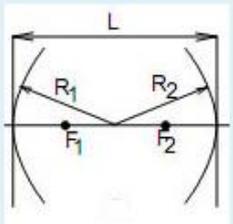
Определить типы резонаторов оптического диапазона со сферическими зеркалами.



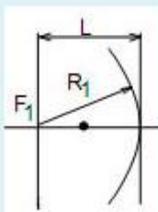
$(R_1 = R_2 = L)$



$(R_1 = 2L, R_2 = \infty)$



$(R_1 = R_2 = L/2)$



$(R_1 = L, R_2 = \infty)$

- Выберите...
- Выберите...
  - неустойчивый резонатор
  - концентрический
  - телескопический неустойчивый резонатор
  - полуконцентрический
  - полуконфокальный
  - конфокальный

Выберите...

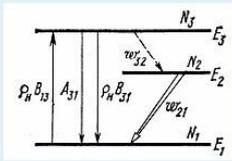
Выберите...

Выберите...

Выберите...

## 10.

На рисунке представлена трехуровневая схема.



Пусть накачка системы осуществляется оптическим путем только по каналу 1 - 3, а внешним возбуждением в каналах 1 - 2 и 2 - 3 можно пренебречь.

Кинетические уравнения для стационарного случая будут иметь вид:

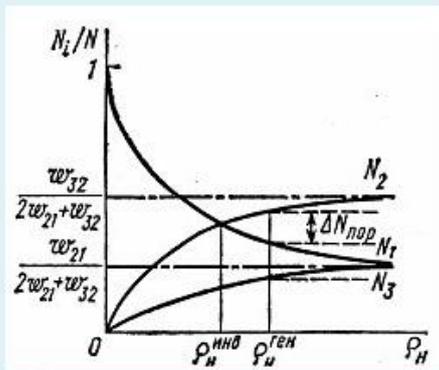
$$\begin{aligned} dN_3/dt &= \rho_n B_{13} N_1 - (\rho_n B_{31} + S_{32} + A_{31}) N_3 = 0, \\ dN_2/dt &= S_{32} N_3 - S_{21} N_2 = 0, \\ N_1 + N_2 + N_3 &= N, \end{aligned}$$

Какие значения приведены в уравнении и какие параметры учитываются?

A	Выберите...
$\rho_n B_{31} N_3$	Выберите... скорость поглощения излучения
$A_{31} N_3$	плотность излучения накачки концентрация частиц на уровне n
$S_{32} N_3$	скорость релаксационного перехода коэффициент Эйнштейна для спонтанного перехода
B	скорость спонтанного излучательного перехода скорость вынужденного излучательного перехода
$\rho_n B_{13} N_1$	коэффициенты Эйнштейна для вынужденных переходов
P	Выберите...
$N_n$	Выберите...
$S_{21} N_2$	Выберите...

## 11.

Зависимость относительной населенности уровней от плотности накачки для трехуровневой схемы.



Определите параметры?

$\Delta N_{\text{пор}}$	Выберите...
$\rho_n^{\text{инв}}$	Выберите... инверсия населенности между уровнями E2 и E1 ( $N_2 > N_1$ )
$\rho_n^{\text{ген}}$	порог накачки по инверсии порога накачки по генерации

## 12.

Сформируйте определения.

Частоты колебаний резонатора называются

Оптический резонатор называется открытым,

В объемном резонаторе могут возбуждаться колебания

Собственный тип колебаний резонатора называется

Выберите...

Выберите...

модой.

если отражающие стенки его не замкнуты.

только с определенными длинами волн, образующие стоячую волну.

резонансными, а колебания – собственными.

### 13.

**Когерентность** характеризует согласованность (корреляцию) протекающих во времени и в пространстве колебательных и волновых процессов. Для электромагнитной волны можно определить два независимых понятия -- пространственную и временную когерентность. Под пространственной когерентностью понимают корреляцию фаз электромагнитных волн, испущенных из двух различных точек источника в одинаковые моменты времени. Под временной когерентностью подразумевают корреляцию фаз электромагнитных волн, испущенных из одной и той же точки источника в различные моменты времени.

**Направленность** определяет расходимость светового пучка в пространстве и характеризуется плоским или телесным углом, в котором распространяется большая часть излучения.

**Яркость** источника электромагнитных волн есть мощность излучения, испускаемого с единицы поверхности в единичном телесном угле в направлении, перпендикулярном излучательной поверхности. Она имеет размерность ( $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{ср}$ ) и называется также энергетической яркостью.

Наряду с яркостью для описания энергетических характеристик лазерного излучения часто используют такие понятия, как **мощность излучения** (непрерывная и импульсная) и **энергия** излучения. Последняя характеризует энергию, переносимую световым потоком, и применима обычно к импульсным лазерам.

Определите названия приведенных соотношений.

$\chi = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$ , где  $I_{\min}$  и  $I_{\max}$  -- интенсивности в минимуме и максимуме интерференционных полос.

$\theta_D = 2,44\lambda/d$  при диаметре отверстия  $d \gg \lambda$

$\theta_d = 2\lambda/\pi d_0$ , где  $d_0$  -- диаметр пучка в наиболее узкой его части.

$\nu_l = \nu/\Delta\nu$ , где  $\Delta\nu$  - ширина лазерной линии в герцах.

Выберите...

Выберите...

Степень взаимной когерентности

Дифракционная расходимость гауссова пучка

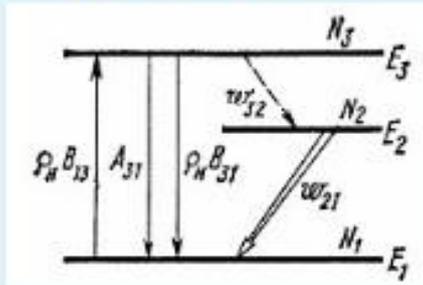
Спектральная яркость

Угол дифракционной расходимости (под которым из отверстия виден диаметр первого темного кольца).

Выберите...

14.

На рисунке представлена трехуровневая схема.



Пусть накачка системы осуществляется оптическим путем только по каналу 1 - 3, а внешним возбуждением в каналах 1 - 2 и 2 - 3 можно пренебречь.

Кинетические уравнения для стационарного случая будут иметь вид:

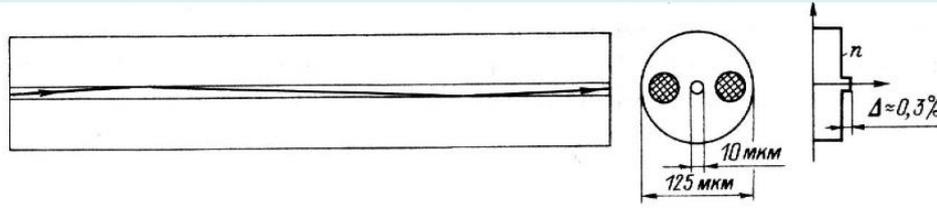
$$\begin{aligned} dN_3/dt &= \rho_n B_{13} N_1 - (\rho_n B_{31} + S_{32} + A_{31}) N_3 = 0, \\ dN_2/dt &= S_{32} N_3 - S_{21} N_2 = 0, \\ N_1 + N_2 + N_3 &= N, \end{aligned}$$

Какие значения приведены в уравнении и какие параметры учитываются?

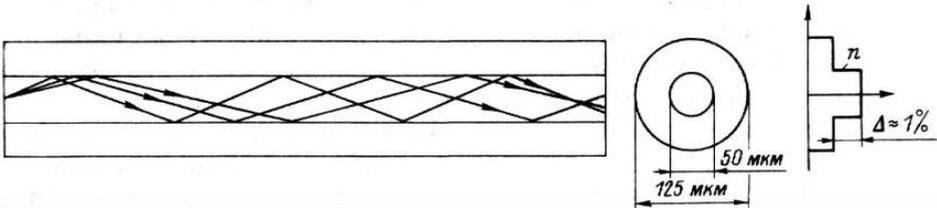
A	Выберите...
$\rho$	Выберите...
$\rho_n B_{13} N_1$	плотность излучения накачки
$\rho_n B_{31} N_3$	коэффициенты Эйнштейна для вынужденных переходов
$A_{31} N_3$	скорость спонтанного излучательного перехода
$N_n$	скорость вынужденного излучательного перехода
$S_{21} N_2$	концентрация частиц на уровне n
B	коэффициент Эйнштейна для спонтанного перехода
$S_{32} N_3$	скорость поглощения излучения
	скорость релаксационного перехода
	Выберите...
	Выберите...
	Выберите...

15.

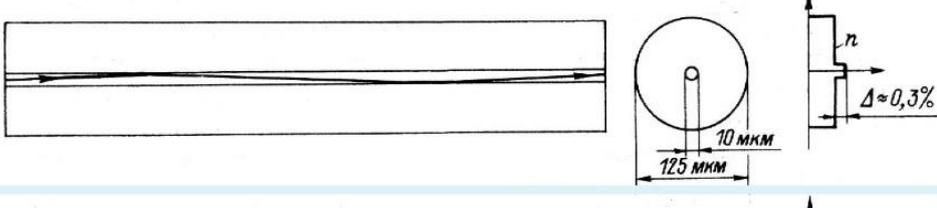
Опишите виды оптических волноводов.



Выберите...

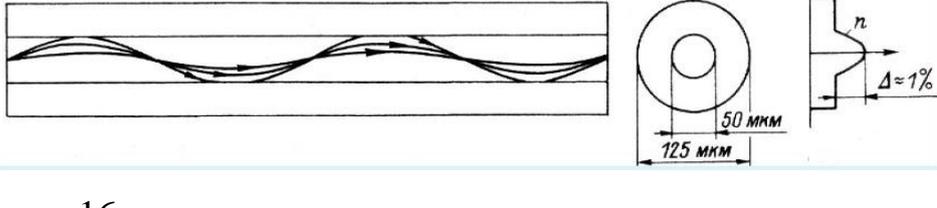


Выберите...



Выберите...

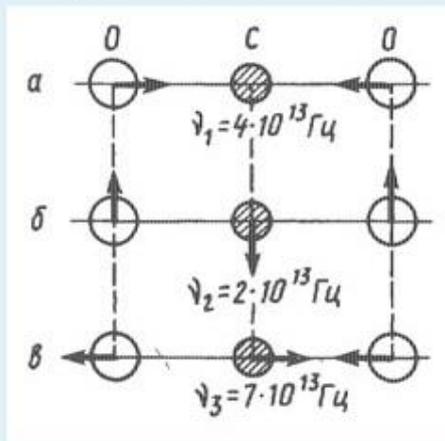
- Выберите...
- Выберите...
- Ступенчатое многомодовое
- Одномодовое
- Градиентное многомодовое
- Одномодовое с двойным лучепреломлением



Выберите...

16.

Молекула  $\text{CO}_2$  представляет собой линейную симметричную молекулу. В ней возможны три типа колебательных движений (рис.). Им соответствуют три колебательные моды : а)  $\nu_1$ ; б)  $\nu_2$  и в)  $\nu_3$ . Мода б) дважды вырождена: колебания могут происходить как в плоскости рисунка, так и перпендикулярно этой плоскости. Колебательное состояние молекулы описывается тремя квантовыми числами  $q_1$ ,  $q_2$  и  $q_3$ , которые определяют число квантов с собственными частотами  $\nu_1$ ,  $\nu_2$  и  $\nu_3$  в каждой колебательной моде. Соответствующий колебательный уровень обозначается этими тремя квантовыми числами в последовательности  $q_1, q_2^l$  и  $q_3$ . Справа вверху при квантовом числе  $q_2$  ставится дополнительный индекс  $l$ . Он возникает вследствие вырождения моды б) и указывает на определенную комбинацию этих двух колебаний.



Определите названия мод?

- в) Выберите...
- а) Выберите...
- б) деформационная  
асимметричная валентная  
симметричная валентная  
колебательная

Системы отображения информации на основе полупроводниковых светодиодов для экранов больших размеров. Такие системы строятся из отдельных светодиодов, которые группируются сначала в пиксели, а затем в матрицу пикселей.

Укажите характеристики таких систем.

размер пикселя

Выберите...

сила света экранов

Выберите...

светодиод синий

630 - 670 нм

светодиод зеленый

до 100 градусов

выходная диаграмма

от 3 до 50 мм

светодиод красный

1000 - 1250 канделл/м<sup>2</sup>

до 50 градусов

3000 - 3500 канделл/м<sup>2</sup>

515 - 530 нм

до 160 градусов

430 - 470 нм

от 3 до 5 мм

до 3 мм

300 - 350 канделл/м<sup>2</sup>

Сохранить

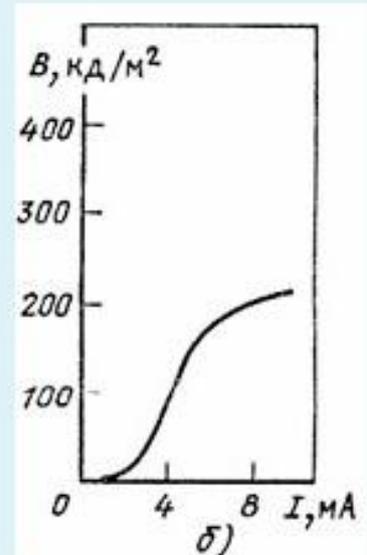
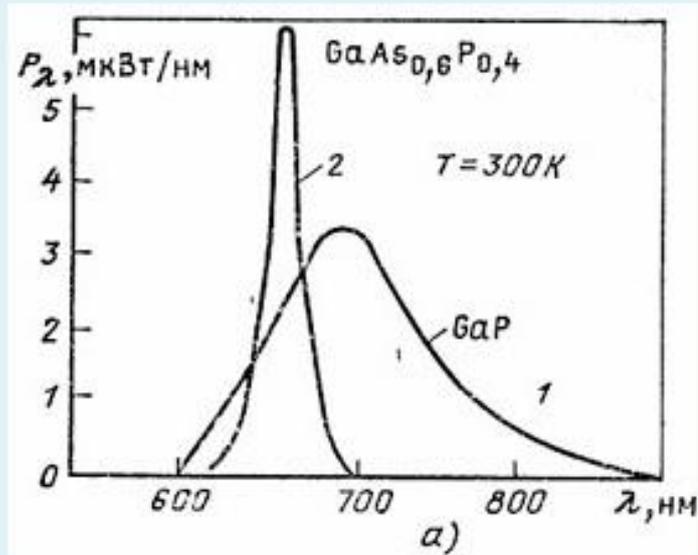
Отобраз

отправить и завершить

Закрыть пр

18.

Укажите какие характеристики светодиодов приведены на рисунках?



- б) Выберите...
- а) Выберите...
- Световые
  - Вольт-амперные
  - Эффективности
  - Спектральные

Сохранить

правильные ответы

Отправить и завершить

## 19.

Показать отличительные сравнительные характеристики полупроводниковых светодиодов и лазеров.

Для целей оптоэлектроники наибольший интерес представляют лазеры, излучающие в ближней инфракрасной области, в которой кварцевые световоды имеют наименьшие потери.

Полупроводниковые лазеры

Выберите...

Светодиоды

Выберите...

Полупроводниковые лазеры

не когерентное излучение  
 большая спектральная ширина линии излучения - 10 - 50 нм  
 ширина линии излучения 0,01 - 0,1 нм  
 высокая направленность излучения  
 низкая направленность излучения  
 когерентное излучение  
 более низкие частоты модуляции  
 имеют меньшую яркость

Светодиоды

Светодиоды

Полупроводниковые лазеры

Светодиоды

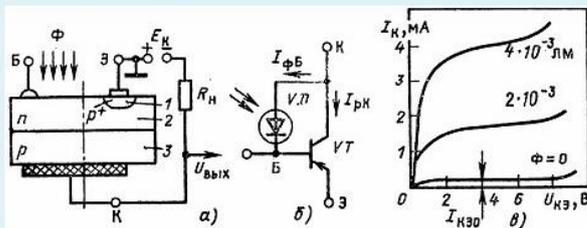
Выберите...

Светодиоды

Выберите...

## 20.

На рисунке приведены устройство (а), схема (б) и выходные характеристики (в) биполярного фототранзистора.



Опишите схему включения, действие светового облучения, общий коэффициент усиления транзистора, световые характеристики.

4. Световые характеристики

3. Общий коэффициент усиления транзистора

2. Действие светового облучения

1. Схема включения

Выберите...

Выберите...

Соответствует статическому коэффициенту передачи по току в схеме с общим эмиттером. Линейны только в ограниченной области световых потоков. Вызывает генерацию носителей заряда в области базы коллекторного перехода. С общим эмиттером, база свободна.

## 21.

Какие физические эффекты используются в модуляционных устройствах и чем они характеризуются?

Магнитооптический эффект

Выберите...

Фотозффекты, приводящие к изменению оптических характеристик вещества.

Выберите...

Фотозффекты, приводящие к изменению оптических характеристик вещества.

эффект фотопроводимости.  
 это изменение оптических свойств вещества под действием магнитного поля.  
 характеризуются возникновением оптической анизотропии в веществе под воздействием внешнего электрического поля.  
 фотохромный эффект (изменение окраски или прозрачности вещества под действием света).  
 фотокристаллический эффект (кристаллизация аморфного вещества под действием света).

Электрооптические эффекты

Выберите...

Фотозффекты, приводящие к изменению оптических характеристик вещества.

Выберите...

## 22.

Опишите что происходит при электрооптических и магнитооптическом эффектах.

Укажите к какому эффекту что относится?

Показатель преломления пропорционален квадрату напряженности электрического поля:

$$n_{o(E)} = n_o + r_k E^2$$

где  $r_k$  - электрооптическая постоянная.

Сдвиг фаз между оптическими сигналами на расстоянии  $l$  описывается выражением:

$$\Delta\varphi = 2\pi r_k E^2 l.$$

Под влиянием внешнего поля одноосный кристалл приобретает свойства двухосного и при прохождении в нем световой волной некоторого расстояния  $l$  возникает разность фаз

между обыкновенным и необыкновенным лучами:  $\Delta\varphi = (2\pi n^3 r_n E) / \lambda$

В результате поляризация входных и выходных сигналов оказывается различной.

Линейно поляризованная волна может быть представлена в виде суммы двух волн различной поляризации. В магнитном поле показатели преломления этих двух волн отличаются, поэтому после прохождения некоторого расстояния  $l$  возникает разность фаз этих волн, равная:  $\Delta\varphi = (n_1 - n_2)\omega l / c$

Разность показателей преломления пропорциональна индукции магнитного поля.

При распространении света вдоль оси  $Z$  в одноосном кристалле скорость света не зависит от характера поляризации. Если же к кристаллу приложить электрическое поле, то равенство показателей преломления нарушается и кристалл становится двухосным. Показатель преломления для обыкновенной волны по оси  $Z$  изменяется линейно с напряженностью электрического поля:

$n_{o(E)} = n_o + r_n E$ , где  $r_n$  - электрооптическая постоянная,  $n_o$  - показатель преломления в отсутствие поля,  $E$  - напряженность электрического поля.

Электрооптические эффекты сопровождаются явлением двойного лучепреломления, то есть расщеплением проходящего света на два луча. Эти лучи, называемые обыкновенным и необыкновенным, распространяются с различными скоростями и по разному поляризованы.

Электрооптические эффекты характеризуются возникновением оптической анизотропии в веществе под воздействием внешнего электрического поля, в результате чего изменяется диэлектрическая проницаемость и показатель преломления вещества.

Выберите...

Выберите...

Выберите...

Выберите...

Выберите...

Выберите...

Выберите...

## 23.

Выделите диоды с высоким быстродействием и опишите их особенности?

инжекционные фотодиоды

фотодиоды на основе барьера Шотки.

лавинные фотодиоды

фотодиоды на основе гетеропереходов

фотодиоды с  $p-i-n$  структурой

фотодиоды в  $p^+n-p$  структурах

Выберите...

Выберите...

Обладают малой чувствительностью. отличаются очень жесткими требованиями к стабильности напряжения питания и температуры. Усиление фототока может достигать нескольких порядков величины, а чувствительность 100 А/лм.

Выберите...

Выберите...

Выберите...

## 24.

Модуляция лазерного излучения это изменение одного или нескольких параметров излучения по заданному закону в пространстве и/или во времени. Закон изменения модулируемого параметра обычно соответствует передаваемой информации.

Введение информации в лазерное излучение возможно различными способами.

Можно модулировать информационным сигналом интенсивность излучения, частоту, фазу и поляризацию. Наибольшее применение имеет амплитудная модуляция из-за простоты конструкции соответствующих устройств. Одним из важных параметров модулятора является глубина модуляции, определяемая амплитудным значением выходного сигнала:

$$m = (E_{\max} - E_{\min}) / (E_{\max} + E_{\min})$$

Опишите модуляционные устройства и их свойства.

решётки

пространственно-временные модуляторы

призмы

дефлекторы

модуляторы

Выберите...

Выберите...

отклоняют излучение  
устройства для изменения во времени пространственного распределения интенсивности, фазы или поляризации пучка лазерного излучения.  
разлагают в спектр

устройства для изменения во времени положения пучка лазерного излучения.  
устройства для изменения по заданному закону во времени одного или нескольких параметров лазерного излучения.

Выберите...

25.

Приборы, работающие в режиме генерации фотоЭДС, находят широкое применение в системах контроля и управления с использованием световых потоков.

При этом рабочей величиной является либо ток короткого замыкания, либо напряжение холостого хода. Важной областью использования таких приборов является преобразование световой энергии в электрическую (солнечные элементы).

Важнейшими параметрами солнечного преобразователя являются выходная мощность, коэффициент полезного действия и интервал рабочих температур.

1. Чем определяется выходная выходная мощность?
2. От чего зависит коэффициент полезного действия?
3. Назовите основной материал для солнечных элементов и КПД реальных преобразователей?

3. Выберите...

1. Выберите...

3. от коэффициента поглощения света  
нанесения просветляющего покрытия  
≈ 20%

2. ширины запрещенной зоны полупроводника  
кремний

1. током короткого замыкания  
напряжением холостого хода

2. Выберите...

2. Выберите...

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание

результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения - 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма

***баллов переводится в оценку по шкале (указать нужное: по 5-балльной шкале или дихотомической шкале) следующим образом (привести одну из двух нижеследующих таблиц):***

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<b><i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i></b>	<b><i>Оценка по 5-балльной шкале</i></b>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

ИЛИ

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<b><i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i></b>	<b><i>Оценка по дихотомической шкале</i></b>
100-50	зачтено
49 и менее	не зачтено

***Критерии оценивания результатов тестирования:***

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено - **2 балла**, не выполнено - **0 баллов**.