

**ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО КУРСУ «Квантовая электроника»**

Раздел 1.

1. Главное квантовое число n характеризует:

- а) суммарный механический момент атома
- б) внутреннюю энергию атома
- в) спиновый магнитный момент ядра
- г) спиновый механический момент ядра

2. Квантовое число s характеризует:

- а) орбитальный механический момент электрона
- б) спиновый механический момент электрона
- в) суммарный механический момент атома
- г) проекцию механического момента атома на выделенное направление

3. Символ $3^2P_{3/2}$ означает:

- а) $n=2, l=3, j=2, g=3/2$
- б) $n=1, l=2, j=3/2, g=2$
- в) $n=3, l=1, j=3/2, g=2$
- г) $n=3/2, l=2, j=3, g=2$

4. Коэффициент Эйнштейна A_{mn} характеризует вероятность :

- а) индуцированных переходов
- б) спонтанных переходов
- в) безизлучательных переходов
- г) виртуальных переходов

5. Коэффициент Эйнштейна B_{mn} характеризует вероятность

- а) спонтанных переходов
- б) индуцированных переходов
- в) безизлучательных переходов
- г) виртуальных переходов

6. Среда с инверсной населенностью имеет:

- а) число микрочастиц на выше расположенном энергетическом уровне больше, чем на ниже расположенном
- б) число микрочастиц на выше расположенном энергетическом уровне меньше, чем на ниже расположенном
- в) число микрочастиц на выше расположенном энергетическом уровне равно, числу частиц на ниже расположенном
- г) соотношение числа микрочастиц на выше расположенном энергетическом уровне и ниже расположенном не имеет значения

7. Для неоднородно уширенной линии поглощения (усиления) в веществе вероятность перехода микрочастиц с одного уровня на другой:

- а) одинакова для всех микрочастиц исследуемого вещества
- б) неодинакова для всех микрочастиц исследуемого вещества
- в) одинакова для всех микрочастиц исследуемого вещества и зависит от агрегатного состояния вещества
- г) одинакова для всех микрочастиц исследуемого вещества и не зависит от агрегатного состояния вещества

8. Сверхтонкое взаимодействие в атоме водорода это:

- а) взаимодействие магнитных моментов ядра и электрона в атоме
- б) взаимодействие орбитального и спинового магнитных моментов электрона
- в) взаимодействие электрических зарядов ядра и электрона в атоме
- г) взаимодействие электрического заряда ядра с магнитным моментом электрона

9. Если главное квантовое число $n=1$, то:

- а) $l=1$
- б) $l=0$
- в) $l=1/2$

г) $l=3/2$

10. Тонкая структура спектров атома водорода объясняется:

- а) взаимодействием орбитального и спинового магнитных моментов электрона
- б) взаимодействие магнитных моментов ядра и электрона в атоме
- в) взаимодействие электрических зарядов ядра и электрона в атоме
- г) взаимодействие электрического заряда ядра с магнитным моментом электрона

Раздел 2.

1. Гиромагнитное отношение ядра это:

- а) отношение магнитному моменту ядра к механическому моменту ядра
- б) отношение механического момента ядра к магнитному моменту ядра
- в) отношение массы ядра к его электрическому заряду
- г) отношение электрического заряда ядра к его массе

2. Уравнения Блоха описывают поведение :

- а) магнитного момента в магнитном поле
- б) магнитного момента в электрическом поле
- в) электрического дипольного момента в магнитном поле
- г) магнитного момента в скрещенных электрическом и магнитном полях

3. Ширина линии ядерного магнитного резонанса (ЯМР) зависит только:

- а) от времени T_2
- б) от времени T_1
- в) от однородности постоянного магнитного поля
- г) от однородности постоянного магнитного поля, и от времен релаксации T_1 и T_2

4. Частота ЯМР зависит от:

- а) напряженности постоянного магнитного поля и гиромагнитного отношения ядра
- б) только от гиромагнитного отношения ядра
- в) только от напряженности постоянного магнитного поля
- г) от напряженности радиочастотного магнитного поля

5. Принцип работы ЯМР магнитометра основан на использовании:

- а) явления электронного парамагнитного резонанса
- б) явления ядерного квадрупольного резонанса
- г) явления ядерного магнитного резонанса
- в) явления двойного радиооптического резонанса

6. Ядерное спиновое квантовое число I для протона равно:

- а) $\frac{1}{2}$
- б) 0
- в) 1
- г) $\frac{3}{2}$

7. Магнитное спиновое квантовое число m_i для протона равно:

- а) 0
- б) -1, 0, +1
- в) -1/2, +1/2
- г) -3/2, -1, -1/2, 0, 1/2, 1, 3/2

8. Квантовое число F характеризует:

- а) полный механический момент атома
- б) механический момент электронов в электронной оболочке
- в) магнитный момент электронов, входящих в электронную оболочку атома

9. S состояние атома соответствует значению квантового числа:

- а) $l=0$
- б) $l=1$
- в) $l=2$
- г) $l=3$

10. Если главное квантовое число $n=1$, то:

- а) $l=1$
- б) $l=0$
- в) $l=1/2$
- г) $l=3/2$

Раздел 3.

1. В конфокальном резонаторе расстояние между зеркалами равно:

- а) радиусу кривизны зеркал
- б) равно двум радиусам кривизны зеркал
- в) равно трем радиусам кривизны зеркал
- г) равно 0,1 радиуса кривизны зеркал

2. В гелий-неоновом лазере используют в резонаторах зеркала:

- а) металлические
- б) интерференционные
- в) с золотым покрытием
- г) из жидкой ртути

3. Частотный сдвиг между двумя продольными типами колебаний открытого резонатора зависит от:

- а) размеров зеркал
- б) радиусов кривизны зеркал
- в) расстояния между зеркалами
- г) коэффициентов отражения зеркал

4. Для создания инверсной населенности в активной среде рубинового лазера используется:

- а) тлеющий газовый разряд
- б) дуговой разряд
- в) оптическая накачка
- г) газодинамические явления

5. К лазерам на самоограниченных переходах относится лазер:

- а) на парах меди
- б) аргоновый
- в) на двуокиси углерода
- г) рубиновый лазер

6. Лазеры на парах металлов работают:

- а) в непрерывном режиме
- б) в частотном импульсном
- в) в режиме одиночных импульсов
- г) в режиме модулированной добротности

7. Лазер на парах меди работает на длинах волн:

- а) 0,63 мкм
- б) 1,06 мкм
- в) 0,51 мкм
- г) 0,578 мкм

8. Коэффициент полезного действия гелий-неонового лазера равен:

- а) 10%
- б) 0.2%
- в) 42%
- г) 2%

9. Для гелий-неонового лазера ширина полосы усиления активной среды для длины волны излучения 0,63 мкм составляет:

- а) 100 МГц
- б) 2000 МГц
- в) 5000 МГц
- г) 500 МГц

10. Плотность тока разряда в аргоновом лазере равна:

- а) 100 мА/см²
- б) 100 мкА/см²

в) 100 нА/см^2

г) 100 А/см^2

Раздел 4

1. Для создания инверсной населенности в активной среде рубинового лазера используется:

- а) тлеющий газовый разряд
- б) дуговой разряд
- в) оптическая накачка
- г) газодинамические явления

2. В первом рубиновом лазере был использован:

- а) конфокальный резонатор
- б) сферический резонатор
- в) интерферометр Фабри-Перо
- г) кольцевой резонатор

3. Рубиновый лазер работает с использованием:

- а) двухуровневой энергетической схемы
- б) трехуровневой энергетической схемы
- в) четырехуровневой энергетической схемы

4. Активными микрочастицами в лазерах на алюмо-иттриевом гранате с примесью ионов неодима являются:

- а) ионы неодима
- б) ионы иттрия
- в) ионы алюминия
- г) ионы кислорода

5. Предельное значение коэффициента полезного действия лазера на твердом теле определяется:

- а) к.п.д. лампы накачки
- б) к.п.д. отражателя
- в) к.п.д. источника питания
- г) квантовым к.п.д

6. Лазеры с ионами неодима, внедренные в стеклянную матрицу работают:

- а) в режиме непрерывной генерации
- б) импульсном частотном режиме
- в) в режиме одиночных импульсов с разовым запуском
- г) в любом режиме

7. В волоконном лазере в качестве зеркал открытого резонатора используют:

- а) решетки Брэгга
- б) ячейки Керра
- в) ячейки Поккельса
- г) ячейки Фарадея

8. Коэффициент полезного действия твердотельного лазера больше для лазера использующего:

- а) ламповую накачку
- б) светодиодную накачку
- в) ламповую накачку с отражателем
- г) ламповую накачку с эллиптическим отражателем

9. Длительность лазерного импульса больше для:

- а) лазера, работающего в режиме свободной генерации
- б) лазера, работающего в режиме модулированной добротности
- в) лазера, работающего в режиме гигантского импульса
- г) длительность импульса во всех режимах одинакова

10. Концентрация ионов хрома в кристаллах рубина для использования в лазерах составляет:

- а) 10^{22} в 1 см^3

- б) 10^{19} в 1 см³
- в) 10^{15} в 1 см³
- г) 10^8 в 1 см³

Раздел 5

1. Излучение He-Ne-лазера:

- а) не поляризовано
- б) линейно поляризовано
- в) имеет круговую поляризацию
- г) имеет эллиптическую поляризацию

2. Характер поляризации излучения He-Ne-лазера обусловлен:

- а) конструктивными особенностями открытого резонатора
- б) конструктивными особенностями газоразрядной трубки
- в) особенностями газового разряда
- г) составом газовой смеси

3. В аргоновом лазере для создания инверсной населенности в среде используется:

- а) дуговой электрический разряд
- б) тлеющий электрический разряд
- в) химическая реакция
- г) облучение электронным пучком

4. В каком лазере в конструкции газоразрядной трубки используется обводной канал:

- а) гелий-неоновом
- б) аргоновом
- в) азотном
- г) эксимерном

5. В лазере на двуокиси углерода в состав газовой смеси вводят молекулярный азот для:

- а) сокращения времени жизни микрочастиц на нижнем лазерном уровне
- б) облегчения условий возбуждения газового разряда
- в) эффективного заселения верхнего лазерного уровня молекул
- г) сужения ширины линии генерации

6. В ТЕА-лазерах поперечный газовый разряд используется для:

- а) получения равномерного электрического разряда и снижения межэлектродного напряжения
- б) повышения срока службы лазера
- в) получения возможности перестройки длины волны генерации
- г) снижения шумов генерации

7. В эксимерных лазерах рабочими микрочастицами являются:

- а) атомы инертных газов
- б) молекулы инертных газов в возбужденном состоянии
- в) атомы инертных газов в возбужденном состоянии
- г) ионы инертных газов

8. В газодинамическом лазере на молекулах CO_2 скорость движения частиц газа:

- а) меньше скорости звука в газе
- б) равна скорости звука в газе
- в) больше скорости звука в газе
- г) скорость движения не имеет значения

9. Лазер использующий молекулярный азот относится к группе лазеров:

- а) на самоограниченных переходах
- б) эксимерных
- в) химических
- г) фотодиссационных

10. В аргоновом газоразрядном лазере для создания инверсно населенной среды используются:

- а) механизм соударений первого рода
- б) механизм соударений второго рода

в) используются оба механизма

г) инверсная населенность достигается за счет использования механизмов других типов

Раздел 6.

1. Лазер на парах меди работает:

- а) в импульсном режиме
- б) непрерывном режиме
- в) в разовом импульсном режиме
- г) может работать в любом режиме

2. Лазер на парах меди излучает:

- а) красный свет
- б) зеленый и желтый свет
- в) инфракрасный свет
- г) синий свет

3. Мощность лазера на парах меди зависит от давления буферного газа:

- а) растет с увеличением давления и имеет оптимальное значение
- б) уменьшается с увеличением давления
- в) не зависит от давления буферного газа
- г) слабо зависит от давления буферного газа

4. Длительность импульса лазера на парах меди равна:

- а) 1000 мкс
- б) 20 нс
- в) 5 пс
- г) 20 мкс

5. Температура внутри лазерной трубки лазера на парах меди равна:

- а) 3000°C
- б) 1500°C
- в) 1000°C
- г) 335°C

6. Коэффициент усиления активной среды в лазерах на парах металлов составляет:

- а) 3 дБ/м
- б) 15 дБ/м
- в) 0,8 дБ/м
- г) 60 дБ/м

7.

Раздел 7.

1. В лазерах на красителях для получения генерации используют:

- а) синглетные уровни
- б) триплетные уровни
- в) синглетные и триплетные
- г) ни синглетные ни триплетные

2. В лазерах на красителях используют:

- а) насыщенные углеводородные соединения
- б) ненасыщенные углеводородные соединения
- в) любые углеводородные соединения
- г) любые органические соединения

3. Инверсная населенность активной среды в лазере на красителях достигается за счет:

- а) электрического разряда
- б) оптической накачки
- в) химической реакции
- г) облучения электронным пучком

4. Наличие триплетных уровней красителя:

- а) облегчает достижения генерации в лазере
- б) затрудняет достижения генерации в лазере
- в) не влияет на условия генерации
- г) играет решающую роль в выполнении условий генерации

5. Для перестройки длины волны излучения в лазерах на красителях используют:

- а) призмы, дифракционные решетки
- б) оптические вентили
- в) поляризаторы
- г) активные оптические затворы

Раздел 8

1. В полупроводниковом лазере с увеличением тока спектр излучения:

- а) сужается
- б) расширяется
- в) не зависит от тока
- г) зависит сложным образом

2. Длина волны излучения полупроводникового лазера:

- а) не зависит от температуры
- б) растет с увеличением температуры
- в) уменьшается с ростом температуры

3. В гетеролазерах уменьшение порогового тока связано:

- а) с оптическими свойствами гетероструктуры
- б) оптические характеристики материала гетероструктуры не влияют на значения порогового тока
- в) ни какие характеристики материала гетероструктуры не влияют на значение порогового тока

4. Плотность порогового тока в полупроводниковом лазере:

- а) не зависит от температуры
- б) растет с ростом температуры кристалла
- в) при $T > 300$ К пропорциональна T^3
- г) при $T > 300$ К пропорциональна T^{-3}

Раздел 9.

1. Режим модулированной добротности применяют в лазерах для:

- а) получения импульсов с высокой энергией
- б) получения импульсов с высокой мощностью
- в) получения импульсов с узким спектром излучения
- г) получения импульсов специальной формы

2. Для организации работы лазера в режиме модулированной добротности используют:

- а) пассивные затворы
- б) активные затворы
- в) затворы не используются
- г) используют пассивные и активные затворы

3. Синхронизация типов колебаний в лазерах это:

- а) согласованность фаз продольных типов колебаний
- б) согласованность фаз поперечных типов колебаний
- в) подавление поперечных типов колебаний
- г) подавление продольных типов колебаний

4. Длительность импульса, излучаемого лазером, работающим в режиме синхронизации мод, определяется:

- а) числом генерируемых лазером мод
- б) шириной полосы генерации отдельных мод
- в) амплитудами колебаний отдельных мод
- г) амплитудой колебаний центральной моды

5. С помощью введения в полость объемного резонатора диафрагмы можно:

- а) выделить основную поперечную моду
- б) обеспечить генерацию на одной продольной моде
- в) обеспечить генерацию на одной частоте
- г) увеличить мощность генерации лазера

6. Наличие провала Лэмба в газовых лазерах связано:

- а) с движением частиц газа в газоразрядной трубке
- б) с насыщением лазерного перехода, соответствующего центру линии усиления
- в) уменьшением тока разряда
- г) повышением температуры газовой среды

7. Какова цель помещения ячейки с парами иода в полость объемного резонатора гелий-неонового лазера:

- а) стабилизировать частоту генерации лазера
- б) стабилизировать мощность генерации
- в) увеличить мощность генерации
- г) уменьшить угол расходимости излучения лазера

8. Для синхронизации продольных типов колебаний в лазерах используют:

- а) модуляцию потерь с частотой межмодового интервала
- б) модуляцию потерь с двойной частотой межмодового интервала
- в) второй лазер с длиной волны генерации большей, чем у основного лазера
- г) второй лазер с длиной волны генерации меньшей, чем у основного лазера

9. Время переключения механического лазерного затвора равно:

- а) 10^{-7} с
- б) 10^{-8} с
- в) 10^{-9} с
- г) 10^{-11} с

10. В качестве механического затвора в лазерах используют:

- а) вращающееся зеркало
- б) вращающуюся призму

- в) вращающуюся сферическую линзу
- г) вращающуюся цилиндрическую линзу

Раздел 10.

1. В водородном стандарте в качестве рабочих микрочастиц используются:

- а) молекулы водорода
- б) атомы водорода
- в) пары воды
- г) атомы кислорода

2. В водородном стандарте частоты диаметр накопительной колбы равен:

- а) 5 см
- б) 10 см
- в) 1 см
- г) выбор диаметра колбы не имеет значения

3. Рубидиевый стандарт частоты использует в качестве рабочих микрочастиц:

- а) атомы изотопа рубидия -87
- б) атомы изотопа рубидия -85
- в) атомы буферного газа аргона
- г) молекулы окислов рубидия

4. Водородный генератор обеспечивает стабильность частоты за сутки:

- а) 10^{-13}
- б) 10^{-15}
- в) 10^{-10}
- г) 10^{-8}

5. В рубидиевом стандарте частоты источником света оптической накачки паров рубидия служит:

- а) лампа с парами Rb^{85}
- б) лампа с парами Rb^{87}
- в) лампа с парами Cs^{133}
- г) лампа с парами Hg

6. Ячейка с парами Rb^{85} используется в рубидиевом стандарте частоты:

- а) для подавления не нужных спектральных составляющих света накачки
- б) для подстройки частоты кварцевого генератора под частоту сверхтонкого квантового перехода паров Rb^{85}
- в) для смещения длины света накачки до требуемых значений
- г) для сглаживания пульсаций света лампы накачки

7. В квантовом генераторе на пучке молекул аммиака в качестве сортирующей системы используют:

- а) шестиполюсную магнитную систему
- б) квадрупольный конденсатор
- в) соленоид
- г) кольца Гельмгольца

8. В квантовом генераторе на пучке молекул аммиака принцип действия сортирующей системы основан на использовании эффекта:

- а) Фарадея
- б) Штарка
- в) Поккельса
- г) Керра

9. Молекула аммиака:

- а) обладает магнитным моментом
- б) обладает электрическим дипольным моментом
- в) не обладает магнитным моментом
- г) не обладает электрическим дипольным моментом

10. В водородном стандарте частоты используется переход, частота которого:

- а) не зависит от магнитного поля

- б) слабо зависит от магнитного поля
- в) сильно зависит от магнитного поля
- г) зависит от электрического поля

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО КУРСУ «Квантовая электроника»**

Раздел 1.

1. Квантовые числа и их физический смысл.
2. Закон Бугера.
3. Коэффициенты Эйнштейна и их взаимная связь.
4. Понятие среды с инверсной населенностью.
5. Типы линий поглощения веществом электромагнитного излучения.

Раздел 2.

1. Гиромагнитное отношение атома.
2. Явление ядерного магнитного резонанса.
3. ЯМР магнитометры.
4. Явление электронного парамагнитного резонанса.
5. Квантовые парамагнитные усилители.

Раздел 3.

1. Открытые резонаторы, применяемые в лазерах.
2. Расчет открытых резонаторов методом Фокса и Ли.
3. Чем определяется частотный сдвиг между двумя продольными модами открытого резонатора?
4. Устройство первого лазера и его технические характеристики.

Раздел 4.

1. Рубиновый лазер.
2. Лазеры на стекле, активированном ионами неодима.
3. Лазеры на кристаллах алюмо-иттриевого граната.
4. Волоконные лазеры.

Раздел 5.

5. Способы создания инверсной населенности в газовых средах.
6. Устройство He-Ne-лазера, особенности конструкции и технические характеристики.
7. Устройство аргонового лазера и его технические характеристики.
8. Устройство и основные характеристики лазера на молекулах двуокиси углерода.

Раздел 6.

1. Лазеры на самоограниченных переходах.
2. Лазер на парах меди и его технические характеристики.
3. Применение лазеров на парах металлов.

Раздел 7.

1. Оптические спектры органических красителей и возможности их применения в лазерах.
2. Импульсный режим работы лазера на красителе. Требования к лазеру накачки.
3. Непрерывный режим работы лазера на красителе и его особенности.

Раздел 8.

1. Методы создания инверсной населенности в полупроводниковой среде
2. Устройство полупроводникового лазера, его достоинства и недостатки.
3. Лазеры с использованием полупроводниковых гетероструктур.

Раздел 9.

1. Режимы работы твердотельных лазеров. Режим модулированной добротности.
2. Синхронизация продольных мод в лазере.
3. Способы стабилизации частоты лазеров.
4. Фотоприемные устройства применяемые в оптической связи.

Раздел 10.

1. Определение стандарта частоты и времени.
2. Водородный стандарт частоты.
3. Стандарты на основе двойного радиооптического резонанса.