Вариант 1

1.Какие из термов 2s, 6р,2d,6h,4f не могут соответствовать реально существующим уровням?

2.Какой объем (в м3) должен иметь кубический резонатор. чтобы расстояние между его соседними резонансными частотами было такое же. как у открытого резонатора с резонансной длиной волны 1 мкм и расстоянием между зеркалами равными 1 м?

3. Свет распространяется перпендикулярно направлению варьируемого постоянного электрического поля в кристалле арсенида галлия, имеющего постоянную r41=1,6⋅10-12 мВ-1. Какой протяженности ( в м) вдоль движения луча должен быть этот кристалл, чтобы его можно было использовать в модуляторе света с длиной 10,6 мкм, если его показатель преломления обыкновенного луча равен 3,34, а варьируемое поле равно 107 В/м.

4. Образец арсенида галлия GaAs подвергается внешнему воздействию, в результате которого генерируется 1020 см-3·c-1 электронно-дырочных пар. Уровень легирования *N*D = 2·1015 см-3, время жизни *τ*0 = 5.10-8 с, *Т* = 300 К.

Вычислить:

1) коэффициент рекомбинации;

2) избыточную концентрацию неосновных носителей заряда.

Вариант 2

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

2. Определить полный ток фотодиода, если на него падает световой поток Ф=0,015 лм, интегральная чувствительность Ко=10 мА/лм, а темновой ток Iт=0,165 мА.

3. Определить добротность резонатора гелий-неонового лазера по отношению к потерям на излучение, если длина активной зоны 40 см, а коэффициент отражения зеркала составляет а) 0,9; б) 0,6; в) 0,4.

4. Рассчитайте изменение показателя преломления в ячейке Поккельса (кристалл KH4PO4 толщиной 2 мм) при напряжениях 100, 1000, 10000 В.

Вариант 3

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

2. Определите глубину x, на которой мощность светового потока уменьшится в 2 раза. Коэффициент отражения К = 0.3, коэффициент α = 2000 $м^{-1}$.

3. Во сколько раз ослабнет сигнал в световоде длиной $l$ = 500 м, если коэффициент затухания B составляет 2 дБ/км.

4. Гелий-неоновый лазер, работающий в непрерывном режиме, даст излучение монохроматического света с длиной волны λ=630нм, развивая мощность Р = 40мВт. Сколько фотонов излучает лазер за 1с?

Вариант 4

1.Определить начальное статическое сопротивление германиевого фотодиода Rст нач, если темновой ток Iт= 25 мкА.

2.Во сколько раз усиливается излучение, если коэффициент усиления составляет: А) 0,1дБ; Б) 1 дБ; В) 10 дБ

3. Определить угол расхождения пучка основного типа колебаний конфокального резонатора. Для оценок принять λ=1мкм, расстояние между зеркалами d=R1=-R2=2м. Апертурный размер зеркал велик и дифракционные эффекты пренебрежимо малы.

4. Вероятность перехода Amn составляет 2\*108 с-1. Определить время жизни частицы в возбуждённом состоянии и ширину спектральной линии.

Вариант 5

1.Найдите относительную населенность верхнего энергетического уровня по сравнению с нижним, если они находятся в термодинамическом равновесии и если энергетический зазор между уровнями соответствует частоте генерации CO2 лазера (λ=10,6 мкм) в случаях температур 300, 777 и 4,2 К. Учесть, что , где λ в микрометрах.

2.Два вогнутых зеркала с фокусным расстояниями 15 см расположены на расстоянии 80 см друг от друга по оптической оси. На сколько нужно сместить эти зеркала по оси ( в м), чтобы они образовали конфокальный резонатор?

3. Свет распространяется вдоль главной оптической оси одноосного кристалла NH4H2PO4(АДР), имеющего константу r63=8,5⋅10-12 мВ-1 и показатель преломления обыкновенного луча равный 1,52. Какое поле ( в Вм-1) надо периодически прикладывать вдоль этой оси, чтобы кристалл толщиной 1мм мог использоваться в качестве центрального элемента модулятора света частоты 3⋅105 ГГц?

4. Вычислить относительное изменение проводимости Δ*σ*/*σ*0 при стационарном освещении с интенсивностью *I* = 5·1015 см-2·с-1 в германии. Коэффициент поглощения *γ* = 100 см-1, толщина образца много меньше *γ*-1. Рекомбинация происходит на простых дефектах, время жизни *τ*0 = 2·10-4 с, равновесная концентрация электронов *n*0 = 1015 см-3.

Вариант 6

1.Какие из термов 4q, 6s, 3p, 5 q, 3d соответствуют существующим уровням?

2.Чему равен эффективный радиус (в см) гауссова пучка на расстоянии 80 см от места его перетяжки (по оптической оси), если радиус пучка в месте перетяжки равен 0,5 см, а частота колебаний света равна 3 ⋅103 ГГц?

3. Какой длины (в м) надо выбрать кристалл трехбромистого хрома (с постоянной Верди равной 27 град. Э-1 см-1), чтобы, используя варьируемое магнитное поле в 7,5 эрстед, создать коммутатор светового луча?

4. Для уменьшения потерь на отражение оптического сенсора предложены три покрытия со следующими коэффициентами преломления: n1 = 1,6; n2 = 1,9; n3 = 2,3. Какое из покрытий наиболее подходит для фотодетектора если коэффициент преломления полупроводникового материала nп/п=2,56, а излучение попадает на фотоприемник из среды, с коэффициентом преломления nср = 1.

Вариант 7

1.Сколько зеемановских уровней будет в системе, если квантовое число полного момента движения равно 7/2?

2. Радиусы зеркал, образующих открытый резонатор равны 8 м и 5 м, радиус гауссова пучка в месте его перетяжки равен 0,5 см, а частота колебаний света равна 3⋅103 ГГц. Определить расстояние между зеркалами (в м), при котором они будут согласованы с пучком.

3. Постоянная Керра в нитробензоле равна 2⋅103 В-2м-2. Какой длины (в м) нужно сделать ячейку Керра в нитробензоле, чтобы поле напряженностью 150 В/м могло коммутировать световой луч при наличии поляризатора и анализатора?

4. Рассчитать коэффициент усиления фоторезистора *K* на основе кремния, если расстояние между электродами *d* = 50 мкм, подвижность носителей заряда μ*n* = 0,14 м2/В⋅с, напряжение *U* = 1,5 В, эффективное время жизни носителей заряда τ*n* = 10-5 с.

Вариант 8

1. Рассчитайте Доплеровскую ширину спектральной линии неона с длиной волны 632,8 нм при температуре газа 100оС и сравните ее с естественной шириной.

2. Определите добротность резонатора гелий-неонового лазера по отношению к потерям на излучение, если длина активной зоны 40 см, а коэффициент отражения зеркала составляет а) 0,9; б) 0,6; в) 0,4.

3. Определить полный ток фотодиода, если на него падает световой поток Ф = 0.015 лм, интегральная чувствительность Ко = 10 мА/лм, а темновой ток Iт = 15 мкА.

4. Лазер излучил в импульсе длительностью τ = 0,13 мс пучок света с энергией E = 10 Дж. Найти среднее давление такого светового импульса, если его сфокусировать в пятнышко диаметром d = 10 мкм на поверхность, перпендикулярную к пучку, с коэффициентом отражения ρ = 0,50.

Вариант 9

1.Лазер мощностью 1 мВт излучает свет с длиной волны 632,8 нм. Вычислить поток квантов излучения.

2.Вычислите столкновительное уширение спектральной линии неона 632,8 нм при давлении газа 400 Па и температуре 400 К, сравните с Доплеровским уширением.

3. Определить теоретически возможную ширину спектральной линии и степень монохроматичности излучения гелий-неонового лазера на длине волны 632,8 нм, если мощность излучения составляет 1мВт, добротность резонатора 108.

4.Определить мощность и энергию импульсов излучения N2-лазера длительностью τ=10-8 с, необходимые для достижения плотности мощности излучения в фокусе qo=107 Вт/см2 , если расходимость пучка 1 мрад, а фокусное расстояние оптической системы 3 см.

Вариант 10

1. Лазер мощностью Р = 10 мВт излучает свет с длиной волны λ = 632,8 нм. Вычислить поток квантов излучения.

2. Определить соотношения максимальной и минимальной интенсивности интерференционных полос, соответствующих степени когерентности излучения V1 = 1; V2 = 0,8; V3 = 0,5.

3. Уровни 1 и 2 находятся на таком расстоянии по энергии (Е2-Е1), что частота соответствующего перехода попадает в середину видимого диапазона (λ). Рассчитайте равновесное отношение населенностей этих двух уровней при комнатной температуре T.

4. В каких пределах изменится фототок при изменении светового потока от *Ф1* = 0,01 лм, до *Ф2* = 0,015 лм. Напряжение на фоторезисторе *U* = 100 В. Удельная чувствительность *К0* = 2500 мкА/(лм·В).

Вариант 11

1.Какое наибольшее количество значений может принимать квантовое число m, если главное квантовое число варьируется от 1 до 4 (влияние спина не учитывается).

2. В методе разряжения спектра продольных колебаний открытого резонатора использующем внутренний составной резонатор, расстояние между первым зеркалом и полупрозрачным в два раза большем, чем между полупрозрачным и остальными зеркалами. При каком соотношении между номерами гармоник основного резонатора и второго система будет давать результирующие резонансы?

3. Оцените минимальную длину когерентности излучения гелий-неонового лазера, если его суммарные потери равны 0.1 %.

4. Рассчитайте коэффициент формы *Kф* фоторезистора на основе AlN. Темновое сопротивление фоторезистора *Rт* = 1010 Ом, темновое удельное сопротивление ρ*т* = 1013 Ом⋅см, толщина пленки AlN *d* = 2 мкм.

Вариант 12

1.Какие из термов 2s, 6р,2d,6h,4f не могут соответствовать реально существующим уровням?

2.Какой объем (в м3) должен иметь кубический резонатор, чтобы при минимальной резонансной длине волны равной 0,5 микрон в нем разместилось 1020 резонансных частот?

3. Определить в одноосном кристалле фазовую скорость луча необыкновенной волны (в мс-1) идущей под углом в 300 к оптической оси кристалла, если показатель преломления луча при движении перпендикулярном этой оси равен 2, а фазовая скорость обыкновенной волны равна 2⋅108м/с.

4. Свет падает на образец кремния, легированный донорами с концентрацией *N*D = 1016 см-3. При этом генерируется 1021 см-3·с-1 электронно-дырочных пар. Генерация происходит равномерно по образцу. Имеется 1015 см-3 центров генерации-рекомбинации с энергией *E*t = *E*i, поперечные сечения захвата электронов и дырок равны 10-14 см2. Рассчитать:

1) установившиеся концентрации электронов и дырок после включения света,

2) время релаксации системы после выключения света *τ*p и время жизни *τ*0.

Вариант 13

1. Сколько зеемановских уровней будет в системе, если квантовое число полного момента движения равно 7/2?

2. Радиус внутренней части ступенчатого оптического волокна равен 100 мкм, показатель преломления этой части 1,50. Какой минимальный показатель преломления должен быть у наружной части волокна. чтобы волокно на частоте 3 ⋅103 ГГц работала в одномодовом режиме?

3. Какой длины (в м) надо выбрать кристалл трехбромистого хрома (с постоянной Верди равной 27 град. Э-1 см-1), чтобы, используя варьируемое магнитное поле в 7,5 эрстед, создать коммутатор светового луча?

4. Кремниевый лавинный фотодиод имеет коэффициент умножения М=20 на длине волны 0.82 мкм при этом квантовый выход 50% и темновой ток 1 нА. Определить число падающих фотонов *rp* на этой длине волны в секунду, обеспечивающее выходной ток прибор (после умножения), больший уровня темнового тока.

Вариант 14

1.Оценить эффективность преобразования внешней мощности планарного GaAs светодиода η, когда внутренняя оптическая мощность Pi составляет 30 % от приложенной электрической мощности. Коэффициент преломления GaAs n = 3,6.

2. Угол падения пучка на боковую грань пленочного волноводного резонатора составляет 600. Какую длину должен иметь резонатор (в м), чтобы луч, проходя по нему в одну сторону 180 раз, отразился от верхней границы пленки, если ее показатель преломления равен 1,73, а толщина 2 мкм?

3. Определить частотные характеристики гелий-неонового лазера (λ=0,6328 мкм) с такими параметрами: длина резонатора примерно равна длине активной среды *L*= 0,3 м; ненасыщенный показатель усиления среды κ0= 0,06, диссипативные потери α= 0,1%, коэффициент пропускания выходного зеркала (полезные потери) τ=0,1%, полуширина доплеровского контура усиления Δν*D*= 1500 МГц.

4. Определить значение выходного напряжения на нагрузочном сопротивлении фототранзистора, включенного по схеме с ОЭ, если коэффициент передачи тока *h21Э* = 200, фототок *Iф* = 10-7 А, сопротивление нагрузки *Rнагр.* = 1 кОм.

Вариант 15

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

2.Какой объем (в м3) должен иметь кубический резонатор. чтобы расстояние между его соседними резонансными частотами было такое же. как у открытого резонатора с резонансной длиной волны 0,8 мкм и расстоянием между зеркалами равными 0,5 м?

3. Постоянная Керра в нитробензоле равна 2⋅103 В-2м-2. Какой длины (в м) нужно сделать ячейку Керра в нитробензоле, чтобы поле напряженностью 150 В/м могло коммутировать световой луч при наличии поляризатора и анализатора?

4. Вычислить относительное изменение проводимости Δ*σ*/*σ*0 при стационарном освещении с интенсивностью *I* = 5·1015 см-2·с-1 в германии. Коэффициент поглощения *γ* = 100 см-1, толщина образца много меньше *γ*-1. Рекомбинация происходит на простых дефектах, время жизни *τ*0 = 2·10-4 с, равновесная концентрация электронов *n*0 = 1015 см-3.

Вариант 16

1.Эффективность преобразования внешней (электрической) мощности планарного GaAs светодиода η равна 1,5 % при прямом токе I = 50 мА и разности потенциалов U = 2 В. Оценить генерируемую прибором оптическую мощность Pi, если коэффициент отражения R на границе GaAs – воздух равен R = 0,8. Коэффициент преломления GaAs n = 3,6.

2. Радиус внутренней части ступенчатого оптического волокна равен 100 мкм, показатель преломления этой части 1,50. Какой минимальный показатель преломления должен быть у наружной части волокна. чтобы волокно на частоте 3 ⋅103 ГГц работала в одномодовом режиме?

3. В гелий - неоновом лазере длина активной среды l= 0,5 м, показатель усиления активной среды:κ= 0,06 м– 1; диссипативные потери α= 0.5 %, полезные потери τ= 0,5 %. Длина волны генерируемого излучения λ= 0,63 мкм. Определить коэффициент усиления *K* и коэффициент обратной связи β. Определить добротность резонатора *Q*. Возможна ли генерация при таких данных?

4. Рассчитайте чувствительность кремниевого фотодиода *S(*λ*)* на длине волны λ = 0,7 мкм, полагая, что квантовая эффективность η = 0,78, коэффициент отражения *R* = 0,1, коэффициент поглощения α = 103 см-1, ширина p-n перехода *d* = 10 мкм.

Вариант 17

1.Ширина запрещенной зоны слаболегированного GaAs при комнатной температуре 1,43 эВ. Когда материал сильно легирован (до вырождения) появляются «хвосты состояний», которые эффективно уменьшают ширину запрещенной зоны на 8%. Определить разницу в излучаемой длине волны света в случае слабого и сильного легирования.

2. Угол падения пучка на боковую грань пленочного волноводного резонатора составляет 600. Какую длину должен иметь резонатор (в м), чтобы луч, проходя по нему в одну сторону 180 раз, отразился от верхней границы пленки, если ее показатель преломления равен 1,73, а толщина 2 мкм?

3. Показатель усиления газового лазера длиной 1 м равен κ0=0,1 м-1. Если окна, герметизирующие газовую кювету, расположить по нормали к оси лазера, то будет ли выполняться условие генерации? Какой при этом может быть коэффициент пропускания выходного зеркала?

4. Идеальный фотодиод (т.е. с квантовым выходом равным 1) освещается излучением мощностью P=10 мВт при длине волны 0.8 мкм. Рассчитать ток и напряжение на выходе прибора, когда детектор используется в режиме фототока и фото-э.д.с. соответственно. Ток утечки при обратном смещении *I0*=10 нА, рабочая температура Т=300 К.

Вариант 18

1.Резонансный отражатель содержит 4 пластины с показателем преломления 2. Во сколько раз уменьшится коэффициент отражения от него света, по напряжению, если число пластин будет вдвое меньше?

2.Показатель усиления газового лазера длиной 1 м равен κ0=0,1 м-1. Если окна, герметизирующие газовую кювету, расположить по нормали к оси лазера, то будет ли выполняться условие генерации? Какой при этом может быть коэффициент пропускания выходного зеркала?

3. Фотодиод на основе p-n перехода имеет квантовый выход 50% на длине волны 0.9 мкм. Рассчитать чувствительность R, поглощенную оптическую мощность P (*Ip*=1 мкА) и число фотонов, поглощенных в секунду на этой длине волны *rp*.

4. Какие из термов 2s, 6р,2d,6h,4f не могут соответствовать реально существующим уровням?

Вариант 19

1.Угол падения света накачки на активную пленку лазера с РОС - резонатором, использующим неоднородную накачку светом частоты 3⋅105 ГГц, равен 450. Какую максимальную длину волны ( в м) может генерировать такой лазер, если показатель преломления пленки равен 2?

2. Резонатор лазера на углекислом газе имеет следующие параметры: *L*=1 м;*R*1=4 м;*R*2= 2 м. Определить, устойчив или неустойчив этот резонатор. Классифицировать этот резонатор.

3. Лавинный фотодиод с коэффициентом умножения М=20 работает на длине волны λ=1.5 мкм. Рассчитать квантовый выход и выходной фототок прибора, если его чувствительность *R* на этой длине волны равна 0.6 А/Вт при потоке 1010 фотонов/с.

4. Найдите относительную населенность верхнего энергетического уровня по сравнению с нижним, если они находятся в термодинамическом равновесии и если энергетический зазор между уровнями соответствует частоте генерации CO2 лазера (λ=10,6 мкм) в случаях температур 300, 777 и 4,2 К. Учесть, что , где λ в микрометрах.