Н.Б.БУТКО, С.П.СТЕПИНА, А.Я.ТЕРЛЕЦКИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

Разделы:

ОПТИКА

АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Москва

2010

Бутко Н.Б., Степина С.П., Терлецкий А.Я. Методические рекомендации и задания по физике для самостоятельной работы студентов специальности «Химия». Разделы: «Оптика», «Атомная и ядерная физика» - М.: Изд-во РУДН, 2010. – 42 с.

Настоящие рекомендации предназначены для целенаправленного и планомерного изучения курса физики. Они предназначены для организации самостоятельного изучения курса согласно единой комплексной системе обучения, включающей в себя все формы обучения: лекции, практические и лабораторные занятия, а также могут быть использованы для проведения индивидуально-групповых коллоквиумов и других видов контроля.

Подготовлено на кафедре экспериментальной физики.

Предлагаемое методическое пособие является продолжением аналогичного пособия, которое студенты использовали во втором и третьем семестрах.

В течение четвертого семестра студенты изучают разделы "Оптика" и "Атомная и ядерная физика". Проводятся семинарские и лабораторные занятия по системе, принятой в предыдущих се­местрах. Студенты должны выполнить и сдать 10 – 12 лабораторных работ, 7 теоретических коллоквиумов и 7 домашних заданий.

Настоящее методическое пособие содержит вопросы к коллок­виумам, типовые задачи и вопросы к лабораторным работам. Неко­торая часть вопросов программы предназначена для самостоятель­ной проработки.

Результаты работы студента в течение семестра оцениваются зачетом. Итоговый контроль осуществляется на экзамене. Для [подготовки к экзамену предлагается программа (см. стр. 4).

**ПРОГРАММА ПО КУРСУ ФИЗИКИ**

**для групп НХ-II**

1. Электромагнитные волны. Взаимосвязь электрического и магнит­ного полей. Плоские электромагнитные волны. Свойства элект­ромагнитных волн.
2. Волновое уравнение. Скорость распространения волны. Энергия волны. Вектор Умова-Пойнтинга.
3. Стоячие электромагнитные волны.
4. Интерференция света. Когерентные и некогерентные волны. Meтоды получения когерентных волн в оптике.
5. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона.
6. Кольца Ньютона в проходящем и отраженном свете.
7. Интерферометры и их применение.
8. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
9. Дифракция сферических волн. Зоны Френеля. Пример дифракции Френеля.
10. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на одной щели, вывод фор­мулы распределения интенсивности. Дифракционная решетка.
11. Спектральные характеристики дифракционной решетки: дисперсия, разрешающая способность и дисперсионная область.
12. Поляризация света при отражении и преломлении. Формулы Френеля. Закон Брюртера. Закон Малюса.
13. Элементы кристаллооптики. Двойное лучепреломление. Кристаллические пластинки.
14. Интерференция поляризованных лучей. Цвета тонких кристаллических пластинок.
15. Вращение плоскости поляризации. Оптически активные вещества. Теория Френеля. Сахариметрия.
16. Искусственная анизотропия. Эффект Керра. Магнитное вращение плоскости поляризации.
17. Дисперсия света (нормальная и аномальная), методы исследо­ваний.
18. Поглощение света. Закон Бугера-Бера.
19. Рассеяние света.
20. Тепловое излучение. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина, Формула Планка.
21. Фотоэффект внешний и внутренний. Опыты и законы Столетова. Уравнение Эйнштейна. Красная граница. Фотон: энергия, импульс, масса.
22. Эффект Комптона (эксперимент и теория).
23. Световое давление. Опыты Лебедева.
24. Корпускулярно-волновая природа света,
25. Опыты Резерфорда. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Атом водорода в боровской теории, закономерности атомных спектров.
26. Корпускулярно-волновая природа микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Дифракция микрочастиц. Фазовая и групповая скорости волн де Бройля.
27. Принцип и соотношение неопределенностей Гайзенберга.
28. Уравнение Шредингера. Квантово-механическое описание дви­жения микрочастиц. Волновая функция, ее свойства и физи­ческий смысл
29. Собственные значения и собственные функции. Квантовые числа, их физический смысл, правила отбора. Вырождение.
30. Задача о частице в бесконечно глубокой потенциальной яме.
31. Задача об атома водорода в квантовой механике.
32. Пространственно квантование. Эффект Зеемана (нормальный)
33. Спин. Опыт Штерна и Герлаха. Принцип Паули. Собственные механические и магнитные моменты электрона.
34. Распределение электронов в атомах. Электронные конфигура­ции атомов элементов главных групп.
35. Рентгеновские лучи. Тормозное и характеристическое излучения. Закон Мозли.
36. Вынужденное (индуцированное) излучение. Лазеры.
37. Строение атомного ядра. Нуклоны. Характеристика ядерных сил.
38. Энергия связи. Дефект массы.
39. Радиоактивность естественная и искусственная. - , -, - излучения. Закон радиоактивного распада. Скорость распада, период полураспада и среднее время жизни радиоактивного изотопа. Правила смещения для радиоактивных распадов.
40. Цепная реакция деления ядер, атомный реактор, атомная бомба.
41. Термоядерная реакция; водородная бомба.
42. Законы геометрической оптики. Тонкие линзы. Оптические приборы: глаз, лупа, микроскоп, телескоп.

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ**

**Вопросы к коллоквиуму**

1. Уравнения Максвелла в интегральной форме и их физический смысл.
2. Качественная картина возбуждения и распространения электромагнитных волн.
3. Плоская волна. Амплитуда волны, циклическая и линейная часта, периодическая длина волны, фаза, волновое число, волновой вектор.
4. Фронт волны (волновой фронт, волновая поверхность).
5. Фазовая скорость волны, ее выражение через волновое число и частоту.
6. Уравнение Максвелла в дифференциальной форме в декартовых координатах.
7. Уравнение Максвелла для плоской волны.
8. Свойства электромагнитных волн:

а) Поперечность

б) Разность фаз напряженностей электрической и магнитного полей в бегущей волне.

в) Скорость распространения электромагнитных волн.

г) Связь между модулями напряженностей **** и  полей в электромагнитной волне.

д)Волновое уравнение для векторов **** и . Его решение.

1. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга, его физический смысл.
2. Среднее значение вектора  для плоской волны (интенсивность плоской волны)
3. Стоячая электромагнитная волна:

а) Возникновение стоячей волны.

б) Зависимость амплитуды от координаты (узлы, пучности).

в) Изменение фазы при отражении (качественно).

г) Разность фаз векторов **** и  в стоячей волне.

д) Энергия стоячей волны (среднее значение модуля Умова-Пойнтинга для стоячей волны).

**ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА**

**Вопросы к коллоквиуму**

1. Понятия: световой луч, точечный источник света, параллель­ный пучок, параксиальные лучи, действительные и мнимые изо­бражения. При каких условиях действительны законы лучевой оптики?
2. Принцип Ферма. Геометрическая и оптическая длина пути.
3. Законы отражения света.
4. Построение изображений в плоском зеркале,
5. Построение изображения в сферических зеркалах (выпуклом и вогнутом).
6. Абсолютный и относительный показатели преломления.
7. Законы преломления света.
8. Предельный угол полного внутреннего отражения. Явление полного внутреннего отражении. Волоконная оптика.
9. Ход луча через плоскопараллельную пластинку. Изображение в плоскопараллельной пластинке.
10. Ход луча в призме. Вывод формулы для угла отклонения луча в призме (общий случай).
11. Вывод формулы для угла наименьшего отклонения луча в призме.
12. Явление дисперсии. Изменение длины волны при переходе луча из вакуума в вещество с показателем преломления . Мера дисперсии вещества (дисперсия, средняя дисперсия, относительная дисперсия, коэффициент дисперсии).
13. Вывод формулы тонкой линзы. Главный фокус, фокальная плоскость, фокусное расстояние, оптический центр, главная и побочные оптические оси, оптическая сила линз.
14. Собирающая и рассеивающая линзы. Построение изображения в линзах. Правило знаков.
15. Изменение оптической силы линзы при переносе ее из вакуума в среду с 1)  , 2)  .
16. Глаз как оптический прибор.
17. Лупа. Увеличение лупы.
18. Ход лучей в микроскопе. Увеличение микроскопа.
19. Ход лучей в телескопе.
20. Погрешности оптических систем.

# **Задачи к коллоквиуму**

1. Выпуклое зеркало имеет радиус кривизны R=60 см. На расстоянии a1=10 см от зеркала поставлен предмет высотой y1=2 см. Найти положение и высоту изображения. Дать чертеж.

(Ответ: -7,5 см, 1,5 см)

2. В каком направлении пловец, нырнувший в воду, видит заходящее Солнце?

(Ответ: 410)

# 3. Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча 420. Найти скорость распространения света в скипидаре.

(Ответ: )

4. Монохроматический луч падает на боковую поверхность равнобедренной призмы и после преломления идет в призме параллельно ее основанию. Выйдя из призмы, он оказывается отклоненным на угол  от своего первоначального направления. Найти связь между преломляющим углом призмы , углом отклонения луча  и показателем преломления .

(Ответ: )

5. Найти фокусное расстояние для следующих линз:

1) линза двояковыпуклая R1= 15 см, R2=-25 см;

2) линза плоско-выпуклая R1= 15 см, R2= ;

3) линза вогнуто-выпуклая (положительный мениск) R1= 15 см, R2=25 см;

4) линза двояковогнутая R1= -15 см, R2=-25 см;

5) линза плоско-вогнутая R1= , R2=-15 см;

6) линза выпукло–вогнутая (отрицательный мениск) R1= 25 см, R2=15 см.

Показатель преломления материала линзы 1,5.

6. На расстоянии а1=15 см от двояковыпуклой линзы оптическая сила которой 10 дптр, поставлен перпендикулярно к оптической оси предмет высотой 2 см. Найти положение и высоту изображения. Дать чертеж.

(Ответ: 0,3 м, 0,04 м)

7. Двояковыпуклая линза с радиусами кривизны поверхностей R1=R2=12 см поставлена на таком расстоянии от предмета, что изображение на экране получилось в  раз больше предмета. Найти расстояние а1+а2 от предмета до экране, если: а) , б) , в) .

(Ответ: 0,48 м; 2,65 м; 0,864 м)

8. Решить предыдущую задачу при условии, что линза погружена: а) в воду, б) в сероуглерод. Показатель преломления материала линзы 1,50, воды – 1,33, сероуглерода – 1,63. Найти ее фокусное расстояние.

(Ответ: 0,46 м; -0,75 м)

9. Микроскоп состоит из объектива с фокусным расстоянием 2 мм и окуляра с фокусным расстоянием 40 мм. Расстояние между фокусами объектива и окуляра 18 см. Найти увеличение, даваемое микроскопом.

(Ответ: 568)

10. Свет от электрической лампочки с силой света 200 кд падает под углом 450 на рабочее место, создавая освещенность 141 лк. На каком расстоянии от рабочего места находится лампочка? На какой высоте от рабочего места она висит?

(Ответ: 1 м; 0,7 м)

11. На лист белой бумаги площадью  перпендикулярно к поверхности падает световой поток 120 лм. Найти освещенность, светимость и яркость бумажного листа, если коэффициент отражения 0,75.

(Ответ: , , )

12. Электрическая лампа с силой света 100 кд посылает во все стороны в единицу времени 122 Дж/мин световой энергии. Найти механический эквивалент света и КПД световой отдачи, если лампа потребляет мощность 100 Вт.

(Ответ: 0,0016 Вт/лм, ~2%)

# **Вопросы к лабораторным работам**

I.***« Определение Фокусного расстояния тонких линз»***

1. Какие линзы называются тонкими?

2. Чем отличаются действительное изображение от мнимого?

3.Можно ли сфотографировать мнимое изображение предмета, полученное с помощью рассеивающей линзы?

4.Может ли двояковыпуклая линза иметь отрицательную оптическую силу?

5. Найдите отношение фокусных расстояний одинаковых по форме двояковыпуклых линз, если они сделаны из стекла с разными показателями преломления ( и ) .

6.Можно ли сделать линзу, не обладающую сферической аберрацией?

7. Укажите возможность устранения хроматической аберрации в оптических приборах.

8.Какие объективы называются анастигматами?

9.Выведите связь между продольным и поперечным увеличением линзы.

10.Как построить изображение точки, лежащей на главной оптической оси?

11.Светящаяся точка перемещается вдоль оптической оси собирающей (рассеивающей) линзы из бесконечности к линзе; как перемещается изображение точки?

12.Пригоден ли метод Бесселя для толстых линз.

13.Каково минимальное расстояние между предметом и экраном, при котором возможно получение действительного изображе­ния предмета с помощью собирающей линзы, имеющей оптическую силу ?

II. ***«Определение увеличения микроскопа»***

1. Как определить увеличение объектива микроскопа и его оку­ляра?
2. Почему объектив состоит из многих (до 10) линз, а окуляр, как правило, из двух?
3. Как зависит увеличение микроскопа от длины его тубуса?
4. Чем определяется максимальное увеличение микроскопа?
5. От чего зависит разрешающая способность микроскопа (по Аббе)?
6. Укажите возможные пути повышения разрешающей способности оптического микроскопа.
7. К какой из оптических систем микроскопа - окуляру или объективу - предъявляется более жесткое требование в смысле исправления аберраций?
8. Каков принцип действия электронного микроскопа?

III. ***«Измерение показателя преломления жидких тел и твердых тел с помощью рефрактометра»***

1. Получите при помощи принципа Ферма закон отражения света от границы раздела двух сред.
2. Используя принцип Гюйгенса, получите законы преломления света на границе двух сред.
3. Может ли возникнуть явление полного внутреннего отражения, если свет проходит из воды в стекло?
4. Объясните принцип действия и устройство рефрактометра.
5. Из каких соображений следует выбирать измерительную призму и иммерсионную жидкость?
6. Что будет видно в зрительной трубе, если неравенство не выполнено?
7. Почему результат измерения показателя преломления твердых тел не зависит от показателя преломления иммерсионной жид­кости?
8. Оценить точность измерения показателя преломления.

IV. ***«Определение показателя преломления и дисперсии призмы с помощью гониометра»***

1. В каких пределах может меняться угол отклонения , который может дать стеклянная призма с преломляющим углом А=60˚?

1. Как изменились бы значения А и , если бы мы проводили измерения не в воздухе, а в воде?
2. Докажите, что наименьшее отклонение преломленного луча соответствует условию: , ?
3. Дайте определение дисперсии света. В чем заключается за­кон дисперсии?
4. Каковы экспериментальные трудности наблюдения аномальной дисперсии?
5. Начертите принципиальную схему экспериментальной установ­ки с использованием гониометра.

**Задания для самостоятельного решения**

**I вариант**

1. На каком расстоянии а2 от зеркала получится изображение предмета в выпуклом зеркале с радиусом кривизны R=40 см, если предмет помещен на расстоянии а1=30 см от зеркала? Какова будет высота изображения, если предмет имеет высоту 2 см? Сделать чертеж.

2. Луч света падает под углом 300 на плоскопараллельную стеклянную пластинку и выходит из нее параллельно первоначальному лучу. Показатель преломления стекла 1,5. Какова толщина пластинки, если расстояние между лучами 1,94 см?

3. Монохроматический луч падает нормально на боковую поверхность призмы, преломляющий угол которой 400. Показатель преломления материала призмы 1,5. Найти угол отклонения  луча, выходящего из призмы, от первоначального направления.

4. Найти фокусное расстояние кварцевой линзы для ультрафиолетовой линии спектра ртути , если фокусное расстояние для желтой линии натрия () F2=16 см. Показатели преломления кварца для этих длин волн равны  и .

5. Найти увеличение, даваемое лупой с фокусным расстоянием 2 см для нормального глаза с расстоянием наилучшего зрения 25 см.

6. Лампа, подвешенная к потолку, дает в горизонтальном направлении силу света 60 кд. Какой световой поток падает на картину площадью 0,5 м2, висящую вертикально на стене на расстоянии 2 м от лампы, если на противоположной стене находится зеркало на расстоянии 2 м от лампы.

7. Лампа, в которой светящим телом служит накаленный шарик диаметром 3 мм, дает силу света 85 кд. Найти яркость лампы, если сферическая колба лампы сделана из прозрачного стекла. Диаметр колбы 6 см.

**II вариант**

1. В вогнутом зеркале с радиусом кривизны  необходимо получить действительное изображение, высота которого вдвое меньше высоты самого предмета. Где нужно поставить предмет и где получится изображение?

2. Луч света падает под углом  на тело с показателем преломления . Как должны быть связаны между собой величины  и , чтобы отраженный луч был перпендикулярен к преломленному?

3. Преломляющий угол призмы 450. Показатель преломления материала призмы 1,6. Каков должен наибольший угол падения этого луча на призму, чтобы при выходе луча из нее наступало полное внутреннее отражение?

4. Из двух стекол с показателями преломления  и  сделаны две одинаковые двояковыпуклые линзы. Найти отношение  их фокусных расстояний. Какое действие каждая из этих линз произведет на луч, параллельный оптической оси, если погрузить линзы в прозрачную жидкость с показателем преломления 1,6?

5. Найти увеличение, даваемое лупой с фокусным расстоянием  для близорукого глаза с расстоянием наилучшего зрения .

6.В центре квадратной комнаты площадью  висит лампа. На какой высоте от пола должна находится лампа, чтобы освещенность в углах комнаты была наибольшей?

7. Лист бумаги площадью  освещается лампой с силой света 100 кд, причем на него падает 0,5% всего посылаемого лампой света. Найти освещенность листа бумаги.

**III вариант**

1. Высота изображения предмета в вогнутом зеркале вдвое больше высоты самого предмета. Расстояние между предметом и изображением . Найти фокусное расстояние и оптическую силу зеркала.

2. Показатель преломления стекла 1,52. Найти предельный угол полного внутреннего отражения для поверхности раздела: а) стекло – воздух,

б) вода – воздух,

в) стекло – вода.

3. Пучок света скользит вдоль боковой грани равнобедренной призмы. При каком предельном преломляющем угле призмы преломленные лучи претерпят полное внутреннее отражение на второй боковой грани? Показатель преломления материала призмы для этих лучей 1,6.

4. Радиусы кривизны поверхностей двояковыпуклой линзы . Показатель преломления материала линзы 1,5. Найти оптическую силу линзы.

5. Каким должны быть радиусы кривизны  поверхностей лупы, чтобы она давала увеличение для нормального глаза ? Показатель преломления стекла, из которого сделана лупа .

6. В центре круглого стола диаметром  стоит настольная лампа из одной электрической лампочки, расположенной на высоте 40 см от поверхности стола. Над центром стола на высоте 2 м от его поверхности висит люстра из четырех таких же лампочек. В каком случае получится большая освещенность на краю стола (и во сколько раз): когда горит настольная лампа или когда горит люстра?

7. Лампа, в которой светящим телом служит накаленный шарик диаметром 3 мм, дает силу света 85 кд. Найти яркость лампы, если сферическая колба лампы сделана из матового стекла. Диаметр колбы 6 см.

**ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТОВЫХ ВОЛН**

**Вопросы к коллоквиуму**

1. Монохроматическая волна.
2. Оптическая длина пути волны
3. Оптическая разность хода двух волн.
4. Разность фаз двух волн. Связь между разностью фаз и опти­ческой разностью хода.
5. Когерентные и некогерентные волны.
6. Время когерентности. Длина когерентности.
7. Интенсивность света при наложении двух некогерентных волн.
8. Интенсивность света при наложении двух когерентных волн:
   1. амплитуды волн различные
   2. амплитуды волн равные
9. Условия максимумов и минимумов интенсивности при интерфе­ренции.
10. Методы получения когерентных волн в оптике:
    1. опыт Юнга
    2. бипризма Френеля
    3. бизеркала Френеля
    4. билинзы
11. Ширина полосы интерференции.
12. Вычисление ширины полосы интерференции и числа наблюдае­мых полос в схемах
    1. опыт Юнга
    2. бипризма Френеля
    3. бизеркала Френеля
    4. билинзы
13. Интерференция в тонких пленках. Оптическая разность хода (разность фаз), дополнительная разность хода (разность фаз).
14. Полосы равной толщины:

а) клин; б) кольца Ньютона в отраженном и проходящем свете.

Локализация полос равной толщины.

1. Полосы равного наклона. Локализация полос равного наклона.
2. Условия наблюдения полос равной толщины и равного наклона.
3. Оценка толщины пленки, на которой возможно наблюдать ин­терференцию.
4. Применение интерференции:
   1. интерферометры; б) "просветленная оптика".

# **Задачи к коллоквиуму**

1. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое пятой светлой полосой (не считая центральной). Луч падает перпендикулярно к поверхности пластинки. Показатель преломления пластинки 1,5. Длина волны 600 нм. Какова толщина пластинки?

(Ответ: )

2. Пучок света () падает перпендикулярно к поверхности стеклянного клина. Угол клина . Какое число темных интерференционных полос приходится на единицу длины клина? Показатель преломления стекла .

(Ответ: 5 см-1)

3. Установка для получения колец Ньютона освещается светом с длиной волны 589 нм, падающим по нормали к поверхности пластинки. Радиус кривизны линзы 10 м. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью. Найти показатель преломления жидкости, если радиус третьего светлого кольца в проходящем свете 3,65 мм.

(Ответ: 1,33)

4. В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интер-ференционной картины на 500 полос потребовалось переместить зер-кало на расстояние 0,161 мм. Найти длину волны падающего света.

(Ответ: )

5. При наблюдении интерференции света от двух мнимых источников монохроматического света с  на длине экрана в 4,0 см наблюдается 8,5 полосы. Определить расстояние между источниками света, если от них до экрана 2,75 м.

(Ответ: 0,3 мм)

6. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при ее освещении лучами с длинной волны 750 нм, перпендикулярными к поверхности пластинки, она в отраженном свете казалась: 1) красной? 2) черной?

(Ответ: 0,12 мкм, 0,24 мкм)

# **Вопросы к лабораторным работам**

I. «***Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона»***

1. Как изменится картина колец Ньютона при наблюдении в белом свете?
2. Получить формулу для определения радиуса кривизны линзы.
3. Чем будет отличаться картина колец Ньютона, наблюдаемая в проходящем свете, от картины, наблюдаемой в отраженном свете?
4. Сравните интенсивность интерферирующих пучков света для случаев наблюдения в проходящем и отраженном свете. В каком из случаев картина более контрастна?
5. Что будет наблюдаться, если линзу слегка поднять над пластинкой? Проверьте ответ экспериментально.
6. Как изменится картина колец Ньютона, если пространство между линзой и пластинкой заложить водой?
7. Натриевая лампа излучает почти монохроматические волны (дублет) с длинами 5890 Ǻ и 5896 Ǻ. При каком номере кольца Ньютона из-за этого потеряют резкость?
8. Почему центр колец Ньютона, наблюдаемых в отраженном свете обычно темный?

II. ***«Определение длины cсветовой волны с помощью бипризмы Френеля»***

1. Покажите, что нарушение когерентности ведет к суммированию интенсивностей, т.е. к отсутствию интерференции.
2. Как влияет ширина щели на интерференционную картину? (Проверить экспериментально).
3. Как влияет наличие светофильтра на интерференционную кар­тину? (Проверить экспериментально).
4. Как из Ваших измерений найти величину преломляющего угла бипризмы? Почему этот угол должен быть малым?
5. Почему в опытах с билинзой и бипризмой излучение источника должно обладать значительной временной когерентностью?
6. Как можно упростить установку с бипризмой, если использовать лазерное излучение?

**Задания для самостоятельного решения**

**I вариант**

1. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый светофильтр () заменить красным светофильтром ().

2. На мыльную пленку падает белый свет под углом 450 к поверхности пленки. При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый цвет ()? Показатель преломления мыльной воды 1,33.

3. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в отраженном света. Радиусы двух соседних темных колец равны  и . Радиус кривизны линзы . Найти порядковые номера колец и длину волны падающего света.

4. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плечей интерферометра Майкельсона поместили откаченную трубку длиной 14 см. Концы трубки закрыли плоско-параллельными стеклами. При заполнении трубки аммиаком интерференционная картина для длины волны 590 нм сместилась на 180 полос. Найти показатель преломления аммиака.

5. Два когерентных источника света, расстояние между которыми 0,24 мм, находятся на расстоянии 2,5 м от экрана. При этом на экране наблюдаются чередующиеся темные и светлые полосы. Для определения длины световой волны было подсчитано, что на расстоянии в 5,0 см умещается 10,5 полосы. Чему равна длина волны падающего на экран света?

6. Имеется кварцевый клин с углом . При освещении этого клина монохроматическими лучами с длиной волны 600 нм, перпендикулярными к его поверхности, наблюдаются интерференционные полосы. Определить ширину этих полос.

7. Имеются две тонкие пленки из одинакового материала. При освещении их белым светом, лучи которого перпендикулярны к поверхности пленки, одна из них кажется красной, а другая – синей. Можно ли сказать, какая из этих пленок толще?

**II вариант**

1. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом (). Расстояние между отверстиями 1 мм, расстояние от отверстий до экрана 3 м. Найти положение трех первых светлых полос.

2. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. При наблюдении интерференционных полос в отраженном свете ртутной дуги () оказалось, что расстояние между пятью полосами 2 см. Найти угол клина. Свет падает перпендикулярно к поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды 1,33.

3. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Радиус кривизны линзы 8,6. Наблюдение ведется в отраженном свете. Измерениями установлено, что радиус четвертого темного кольца (считая центральное темное пятое – за нулевое) 4,5 мм. Найти длину волны падающего света.

4. На пути одного из лучей интерферометра Жамена поместили откаченную трубку длиной 10 см. При заполнении трубки хлором интерференционная картина для волны 590 нм сместилась на 131 полосу. Найти показатель преломления хлора.

5. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,32 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдают интерференцию света от этих источников, находится на расстоянии 3,2 м от них. Найти расстояние между красной () и фиолетовой () линиями второго интерференционного спектра на экране.

6. Имеется кварцевый клин с углом . При освещении этого клина монохроматическими лучами с длиной волны 760 нм, перпендикулярными к его поверхности, наблюдаются интерференционные полосы. Определить ширину этих полос.

7. Имеются две пленки из одинакового прозрачного материала. При освещении этих пленок белым светом, перпендикулярным к их поверхности, обе пленки в отраженном свете кажутся зелеными. Можно ли считать, что толщина этих пленок одинакова?

**III вариант**

1. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света 0,5 мм, расстояние до экрана 5 м. В зеленом свете получились интерференционные полосы, расположенные на расстоянии 5 мм друг от друга. Найти длину волны зеленого света.

2. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. Интерференция наблюдается в отраженном свете через красное стекло (). Расстояние между соседними красными полосами при этом 3 мм. Затем эта же пленка наблюдается через синее стекло . Найти расстояние между соседними синими поло-сами. Считать, что за время изменения форма пленки не изме-няется и свет падает перпендикулярно к поверхности пленки.

3. Установка для получения колец Ньютона освещается светом от ртутной дуги, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в проходящем свете. Какое по порядку светлое кольцо, соответствующее линии , совпадает со следующим светлым кольцом, соответствующим линии ?

4. Пучок белого света падает по нормали к поверхности стеклянной пластинки толщиной 0,4 мкм. Показатель преломления стекла 1,5. Какие длины волн, лежащие в пределах видимого спектра (от 400 нм до 700 нм), усиливаются в отраженном свете?

5. Тонкая пленка при освещении белым светом кажется зеленой в отраженном свете, если на нее смотреть по направлению перпендикуляра к ее поверхности. Что будет происходить с окраской пленки, если ее наклонить относительно световых лучей?

6. Имеется кварцевый клин с углом . При освещении этого клина монохроматическими лучами с длиной волны 590 нм, перпендикулярными к его поверхности, наблюдаются интерференционные полосы. Определить ширину этих полос.

7. Имеется тонкая пленка из прозрачного материала. При освещении монохроматическим светом, лучи которого перпендикулярны к поверхности пленки, на ней видны параллельные чередующиеся темные и светлые полосы на равных расстояниях друг от друга. Что можно сказать о толщине такой пленки?

**ДИФРАКЦИЯ СВЕТА**

**Вопросы к коллоквиуму**

1. Явление дифракции света. Условия, необходимые для наблюдения дифракции
2. Принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Дифракция сферических волн. Зоны Френеля: принцип пост-роения зон Френеля, площади зон, радиус зоны. Амплитуды и фазы колебаний, возбуждаемых в точке наблюдения волнами, приходящими от зон Френеля.
4. Вычисление амплитуды колебаний, создаваемых всей волновой поверхностью и одной центральной зоной. Сравнение интенсивностей света в этих двух случаях.
5. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Амплитуда резуль­тирующего колебания в точке наблюдения в случае:

а) открыто четное число зон,

б)открыто нечетное число зон.

При каком условий темное пятно в центре дифракционной картины наиболее темное? При каком числе открытых зон ин-тенсивность в центре дифракционной картины наибольшая?

1. Дифракция Френеля на круглом диске. Амплитуда и интенсивность света в центре дифракционной картины. Вид всей дифракционной картины.
2. Зонные пластинки амплитудная и фазовая.
3. Графическое вычисление результирующей амплитуды. Спираль Корню.
4. Дифракция Фраунгофера (дифракция плоских волн). Вывод формулы для распределения интенсивности при дифракции на од­ной щели. Условия минимумов и максимумов. Угловая ширина центрального максимума. Число наблюдаемых минимумов. Вид дифракционной картины в монохроматическом свете и в белом свете.
5. Дифракция на 2-х, 3-х, 4-х и N-щелях. Дифракционная решетка, Распределение интенсивности при дифракции на решетке. Условия максимумов и минимумов (главных и добавочных). Как изменяется интенсивность максимумов при увеличении числа щелей решетки? Угловая ширина максимумов. Число наблюдаемых максимумов.
6. Спектральные характеристики дифракционной решетки:
7. угловая (линейная) дисперсия,

б) разрежающая сила (способность),

в) дисперсионная область.

1. Сравнить дифракционные картины для решеток с одинаковыми периодами  и различными числами щелей .

**Задачи к коллоквиуму**

1. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии  от точечного источника монохроматического света (). На расстоянии  от источника помещена круглая непрозрачная преграда диаметром 1 см. Найти расстояние , если преграда закрывает только центральную зону Френеля.

(Ответ: 167 м)

1. На щель шириной 2 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света (). Под какими углами будут наблюдаться дифракционные минимумы света?

(Ответ: , ,)

1. На щель шириной 20 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света (). Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на расстояние 1 м. Шириной изображения считать расстояние между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны от главного максимума освещенности.

(Ответ: 0,05 м)

1. Могут ли перекрываться спектры первого и второго порядков при освещении дифракционной решетки видимым светом?
2. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки. Какова должна быть постоянная дифракционной решетки, чтобы в направлении  совпадали максимумы линий  и ?

(Ответ: )

1. Физический смысл главных и добавочных минимумов при дифракции на решетке.
2. Для какой длины волны дифракционная решетка имеет угловую дисперсию  в спектре третьего порядка? Постоянная решетки 5 мкм.

(Ответ: 508 нм)

# **Вопросы к лабораторным работам**

I . ***«Изучение дифракционной решетки и длин световых волн с ее помощью»***

1. Какого типа дифракция (Френеля или Фраунгофера) наблюдается в лабораторной работе?
2. Какого цвета линия в спектре первого порядка и более высоких порядков будет ближайшей к центральному максимуму?
3. Чем отличается дифракционный спектр от призматического?
4. Как определяется спектральная область и разрешающая способность решетки?
5. Каково устройство гониометра? Как производится его установ­ка?
6. Пользуясь правилами геометрической оптики, постройте ход лучей в гониометре (при наличии дифракционной решетки) от источника света до глаза для максимумов нулевого и первого порядков?
7. Как вычисляется положение главного максимума в том случае, если свет падает на решетку наклонно (под углом)?
8. Чем будут отличаться дифракционные картины, полученные от решеток с различными постоянными, но с одинаковым числом штрихов?
9. Как изменится дифракционная картина, если изменить ширину щели, не меняя постоянной решетки?
10. Как влияет общее число штрихов решетки на вид спектра?
11. Докажите, что интенсивность в максимуме решетки в N2 раз больше, чем при одной щели.
12. В каком случае в дифракционной картине, полученной от решет­ки, может отсутствовать спектр второго порядка, хотя спектры первого и третьего порядков видны?

**Задания для самостоятельного решения**

**I вариант**

1. Найти радиусы  первых пяти зон Френеля, если расстояние от источника света до волновой поверхности 1 м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны света 500 нм.

2. Диск из стекла (n =1,7) закрывает 1,5 зоны Френеля для длины волны 5000 Ǻ. При какой минимальной толщине диска освещенность в центре дифракционной картины максимальна?

3. Постоянная дифракционной решетки 2 мкм. Какую разность длин волн  может разрешить эта решетка в области желтых лучей  в спектре второго порядка? Ширина решетки 2,5 см.

4. Угловая дисперсия дифракционной решетки для  в спектре первого порядка . Найти период дифракционной решетки.

5. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию  в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия  спектра второго порядка?

**II вариант**

1. Найти радиусы  первых пяти зон Френеля для плоской волны, если расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны света 500 нм.

2. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии 4 м от точечного источника монохроматического света (). Посередине между экраном и источником света помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе отверстия центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным?

3. Какова должна быть постоянная дифракционной решетки, чтобы в первом порядке были разрешены линии спектра калия  и ? Ширина решетки 3 см.

4. Чему равна интенсивность максимума третьего порядка при дифракции на решетке с периодом 6 мкм и шириной щели 2 мкм?

5. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. При повороте трубы гониометра на угол  в поле зрения видна линия  в спектре третьего порядка. Будут ли видны под этим же углом  другие спектральные линии, соответствующие длинам волн в пределах видимого спектра (от 400 нм до 700 нм)?

**III вариант**

1. Свет от монохроматического источника  падает нормально на диафрагму с диаметром отверстия 6 мм. За диафрагмой на расстоянии 3 м от нее находится экран. Какое число зон Френеля укладывается в отверстие диафрагмы? Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым?

2. Свет с длиной волны 6000 Ǻ падает нормально на экран с круглым отверстием диаметром 1,2 мм .На расстоянии 18 см. за экраном в центре дифракционной картины наблюдается темное пятно. На какое минимальное расстояние надо передвинуть экран, чтобы снова наблюдать темное пятно?

3. Какова должна быть постоянная дифракционной решетки, чтобы в первом порядке был разрешен дублет натрия  и . Ширина решетки 2,5 см

4. Постоянная дифракционной решетки 2,5 мкм. Найти угловую дисперсию  решетки для  в спектре первого порядка.

5. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. Натриевая линия () дает в спектре первого порядка угол дифракции . Некоторая линия дает в спектре второго порядка угол дифракции . Найти длину волны  этой линии и число штрихов на единицу длины решетки.

**ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА**

**Вопросы к коллоквиуму**

1. Естественный свет. Поляризованный свет
   1. линейно (плоско) поляризованный,
   2. циркулярно (по кругу) поляризованный,
   3. эллиптически поляризованный,
   4. частично поляризованный.
2. Плоскость колебаний и плоскость поляризации. Поляризаторы. Плоскость пропускания поляризатора.
3. Закон Малюса. Как изменяется интенсивность света при прохождении через два поляризатора? При вращении одного из поляризаторов вокруг луча?
4. Степень поляризации частично поляризованного света.
5. Формулы Френеля (вывод для перпендикулярной компоненты).
6. Интенсивность отраженного луча и степень его поляризации. Коэффициент отражения. Закон Брюстера (угол Брюстера). Изменение фазы светового вектора при отражении:
   1. от оптически более плотной среды
   2. от оптически менее плотной среды
7. Интенсивность преломленного луча и степень его поляризации. Коэффициент прохождения. Стопа Столетова.
8. Двойное лучепреломление. Поляризация при двойном лучепрелом­лении. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Одноосные крис­таллы: оптическая ось, плоскость главного сечения, волновые поверхности обыкновенного и необыкновенного лучей.
9. Поляризация света при прохождении через кристаллические пластинки
   1. в 1/4 волны
   2. в 1/2 волны
10. Интерференция поляризованных лучей (кристаллическая пластинка в скрещенных и параллельных поляризаторах).
11. Искусственная оптическая анизотропия.
12. Вращение плоскости поляризации (эксперимент и теория). Сахариметрия.

**Задачи к коллоквиуму**

1. Под каким углом  к горизонту должно находится Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были наиболее полно поляризованы?

(Ответ: 370)

1. Найти коэффициент отражения и степень поляризации отраженных лучей при падении естественного света на стекло () под углом 450. Какова степень поляризации преломленных лучей?

(Ответ: 5%, 84%, 4,2%)

1. Найти угол  между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, проходящего через поляризатор и анализатор, уменьшается в 4 раза.

(Ответ: 450)

1. Угол полной поляризации при падении лучей на поверхность некоторой жидкости оказался равным . Что это за жидкость?
2. Пучок поляризованного света () падает на пластинку исландского шпата перпендикулярно к его оптической оси. Найти длины волн обыкновенного и необыкновенного лучей в кристалле, если показатель преломления исландского шпата для обыкновенного и для необыкновенного лучей равны 1,66 и 1,49 соответственно.

(Ответ: 355 нм, 395 нм)

1. Как отличить естественный свет от плоско-поляризованного?
2. Как отличить естественный свет от поляризованного по кругу?
3. Как отличить эллиптически поляризованный свет от частично поляризованного?

# **Вопросы к лабораторным работам**

I. ***«Качественное исследование поляризованного света»***

1. Показать, что при падении под углом Брюстера преломленный и отраженный лучи взаимоперпендикулярны. Объяснить физи­чески причину поляризации отраженного луча в этом случае.
2. Укажите состояния поляризации отраженного пучка для слу­чаев падения на диэлектрик под углом Брюстера:

а) естественного света

б) света, поляризованного в плоскости падения

в) света, поляризованного в плоскости, перпендикулярной плоскости падения.

1. Как оценить степень поляризации частично-поляризованного света?
2. Как найти для данного поляризатора плоскость колебаний пропускаемого им света?
3. На чем основано действие поляризационных призм?
4. Что представляет собой поляроид? Как устроена стопа Столетова?
5. В каких случаях говорят об искусственной анизотропии?

II. ***«Определение концентрации сахара в растворе сахариметром»***

1. Устройство и принципы действия сахариметра.
2. Построение поверхности волновых фонтов для характерных случаев распространения света в анизотропной среде (кристалле).
3. Что такое удельное вращение?
4. В чем сущность полутеневого метода?
5. Какие вещества называются оптически активными?

**Задания для самостоятельного решения**

**I вариант**

1. Найти угол  полной поляризации при отражении света от стекла, показатель преломления которого .

2. Найти коэффициент отражения естественного света, падающего на стекло с показателем преломления 1,54 под углом  полной поляризации. Найти степень поляризации лучей, прошедших в стекло.

3. Свет какой длины волны максимально усиливается, если кристаллическая пластинка, вырезанная параллельно оптической оси, помещена между скрещенными николями? Толщина плас­тинки 1 мм, ne= 1,5500; n0= 1,5506.

**II вариант**

1. Предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества 450. Найти для этого вещества угол  полной поляризации.

2. Лучи естественного света проходят сквозь плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления 1,54, падая на нее под углом  полной поляризации. Найти степень поляризации лучей, прошедших сквозь пластинку.

3. Между двумя скрещенными поляризаторами помещена кристал­лическая пластинка, вырезанная параллельно оптической оси. Толщина ее равна 0,045 мм, ne= 1.55; n0= 1.54. Плоскость пропускания первого поляризатора составляет угол 30˚ с плоскостью главного сечения пластинки. Найти интенсивность света, прошедшего через оптическую систему, если на нее нормально падает естественный свет интенсивности  и длины волны 6000 Ǻ.

**III вариант**

1. Найти показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч будет полностью поляризован при угле преломления 300.

2. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен . Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 8% падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 9% интенсивности естественного света, падающего на поляризатор. Найти угол .

3. Найти наименьшую толщину кристаллической пластинки, выре­занной параллельно оптической оси, что бы падающий на нее плоско-поляризованный свет выходил поляризованным по кру­гу: (n0= 1,5533, ne= 1,5442, = 5000 Ǻ).

**КВАНТОВАЯ ОПТИКА**

**Вопросы к коллоквиуму**

1. Тепловое (температурное) излучение. Равновесность тепло­вого излучения. Излучательная способность тела (спектральная плотность энергетической светимости). Поглощательная способность тела.
2. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Интегральная излучательная способность (энергетическая светимость тела).
3. Закон Стефана-Больцмана. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.
4. Закон смещения Вина. Кривые зависимости излучательной спо­собности абсолютно черного тела от частоты и длины водим для разных значений температуры.
5. Функция Кирхгофа.
6. Квантовая гипотеза и формула Планка. Вычисления постоянной Стефана-Больцмана из формулы Планка.
7. Оптическая пирометрия
8. Фотоэлектрический эффект. Опыты Столетова. Закон Столетова
9. Уравнение Эйнштейна
10. Красная граница фотоэффекта. Определение работы выхода из эксперимента.
11. Фотоэлементы и их применение.
12. Внутренний фотоэффект.
13. Фотон. Энергия, импульс, масса фотона. Некоторые соотношения теории относительности.
14. Давление света. Опыты Лебедева. Электромагнитное объясне­ние давления света. Вывод формулы для давления света в фотонной теории.
15. Эффект Комптона. Эксперимент и теория. Корпускулярно-волновая теория света.
16. Корпускулярно-волновая природа микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Длина волны де Бройля. Дифракция микрочастиц. Понятие о фазовой и групповой скоростях. Фазовая и групповая скорости волн де Бройля. Физический смысл амплитуды волн де Бройля.

**Типовые задачи к коллоквиуму**

1. Мощность излучения абсолютно черного тела 34 кВт. Найти температуру этого тела, если известно, что его поверхность 0,6 м2.

(Ответ: 103 К)

1. Температура вольфрамовой спирали в 25-ватной электрической лампочки 2450 К. Отношение ее энергетической светимости к энергетической светимости абсолютно черного тела при данной температуре . Найти площадь излучающей поверхности спирали.

(Ответ: 0,4 см2)

1. Считая, что атмосфера поглощает 10% лучистой энергии, посылаемой Солнцем, найти мощность излучения, получаемую от Солнца горизонтальным участком Земли площадью 0,5 га. Высота Солнца над горизонтом 300. Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела.

(Ответ: )

1. При нагревании абсолютно черного тела длина волны , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от 690 нм до 500 нм. Во сколько раз увеличилась при этом энергетическая светимость тела?

(Ответ: 3,63)

1. Найти массу фотона: а) красных лучей света ();

б) рентгеновских лучей (); в) -лучей ();

1. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны .

(Ответ: )

1. Найти задерживающую разность потенциалов для электронов, вырываемых при освещении калия светом с длиной волны 330 нм.

(Ответ: 1,75 В)

1. Найти длину волны де Бройля для:

а) электрона, движущегося со скоростью 106 м/с;

б) атома водорода, движущегося со средней квадратичной скоростью при температуре 300 К;

в) шарика массой 1 г, движущегося со скоростью 1 см/с.

(Ответ: , , )

1. При комптоновском рассеянии энергия падающего фотона распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния . Найти энергию и импульс рассеянного фотона.

(Ответ: , )

# **Вопросы к лабораторным работам**

I. ***«Изучение внешнего фотоэффекта»***

* 1. Устройство вакуумного фотоэлемента и фотоумножителя.
  2. Как изменится вид вольтамперной характеристики если:
     1. не меняя величину светового потока, изменить длину вол­ны падающего света?
     2. не меняя длину волны увеличить световой поток?
  3. Как объяснить закон Столетова с помощью представления о световых квантах.
  4. Почему при отсутствии напряжения на фотоэлементе гальванометр, включенный в его цепь, показывает (малый) ток (при освещении фотокатода)?
  5. Как фототок насыщения зависит от освещенности фотокатода?

**Задания для самостоятельного решения**

**I вариант**

1. Какую мощность излучения имеет Солнце? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела. Температура поверхности Солнца 5800 К.

2. Найти солнечную постоянную , т.е. количество лучистой энергии, посылаемой Солнцем в единицу времени через единичную площадку, перпендикулярную к солнечным лучам и находящуюся на таком же расстоянии от него, как и Земля. Температура поверхности Солнца 5800 К. Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела.

3. На какую длину волны  приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела, имеющего температуру 370С?

4. Найти энергию, массу и импульс фотона, если соответствующая ему длина волны 

5. Найти массу фотона, импульс которого равен импульсу молекулы водорода при температуре 200С. Скорость молекулы считать равной средней квадратичной скорости.

6. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта, для некоторого металла 275 нм. Найти минимальную энергию фотона, вызывающего фотоэффект.

7.-частица движется по окружности радиусом 8,3 мм в однородном магнитном поле, напряженность которого 18,9 кА/м. Найти длину волны де Бройля для -частицы.

8. Рентгеновские лучи с длиной волны 70,8 пм испытывают комптоновское рассеяние на парафине. Найти длину волны рентгеновских лучей, рассеянных в направлении .

**II вариант**

1. Какую энергетическую светимость имеет затвердевший свинец? Отношение энергетических светимостей свинца и абсолютно черного тела для данной температуры .

2. Мощность излучения абсолютно черного тела 10 кВт. Найти площадь излучающей поверхности тела, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны 700 нм.

3. Температура абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 1000 К до 3000 К. Во сколько раз увеличилась при этом его энергетическая светимость? На сколько изменилась длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости? Во сколько раз увеличилась его максимальная спектральная плотность энергетической светимости?

4. Какую энергию должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоя электрона?

5.При какой температуре кинетическая энергия молекулы двух-атомного газа будет равна энергии фотона с длиной волны 589 нм?

6. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта, для некоторого металла 275 нм. Найти работу выхода электрона из металла, максимальную скорость электронов, вырываемых из металла светом с длиной волны 180 нм, и максимальную кинетическую энергию электронов.

7. Найти длину волны де Бройля для электрона, имеющего кинетическую энергию 10 кэВ.

8. Рентгеновские лучи с длиной волны 20 пм испытывают комптоновское рассеяние под углом 900. Найти изменение  длины волны рентгеновских лучей при рассеянии, а также энергию и импульс электрона отдачи.

**III вариант**

1. Найти температуру печи, если известно, что излучение из отверстия в ней площадью 6,1 см2 имеет мощность 34,6 Вт. Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

2. Какую энергетическую светимость имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны 484 нм?

3. Абсолютно черное тело имеет температуру 2900 К. В результате остывания тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на . До какой температуры охладилось тело?

4. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны ?

5. Импульс, переносимый монохроматическим пучком фотонов через площадку 2 см2 за время 0,5 мин, равен . Найти для этого пучка энергию, падающую на единицу площади за единицу времени.

6. Найти частоту света, вырывающего из металла электроны, которые полностью задерживаются разностью потенциалов 3 В. Фотоэффект начинается при частоте света . Найти работу выхода электрона из металла.

7. Найти длину волны де Бройля для атома водорода, движущегося при температуре 293 К с наиболее вероятной скоростью.

8. Рентгеновские лучи с длиной волны 70,8 пм испытывают комптоновское рассеяние на парафине. Найти длину волны рентгеновских лучей, рассеянных в направлении .

**ЭЛЕМЕНТЫ АТОМНОЙ ФИЗИКИ**

**Вопросы к коллоквиуму**

1. Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера (стационарное). Статистический характер квантовой механики. Волно­вая функция, ее свойства. Физический смысл.
2. Собственные значения и собственные функции. Вырождение, кратность вырождения.
3. Атом водорода в теории Бора. Постулаты Бора. Энергетичес­кий спектр атома водорода. Закономерности атомных спектров. Серии спектральных линий. Постоянная Ридберга. Термы.
4. Опыт франка и Герца.
5. Недостатки боровской теории.
6. Принцип неопределенностей – фундаментальный закон кванто­вой механики.
7. Задача о частице в потенциальной яме с бесконечными стен­ками (одномерной). Энергетический спектр, волновые функции. Принцип соответствия.
8. Частица в потенциальной яме конечной глубины. Потенциальный барьер, туннельный эффект.
9. Атом водорода в квантовой механике. Радиальная волновая функция. Эффективная потенциальная функция. Дискретный и непрерывный энергетический спектр. Финитное и инфинитное движение. Собственные значения и собственные функции. Квантовые числа и их физический смысл. Вырождение. Слу­чайное вырождение в атоме водорода.
10. Пространственное квантование. Эффект Зеемана. Орбитальные механические и магнитные моменты. Орбитальное гиромагнитное отношение. Расщепление спектральных линий в магнитном поле. Снятие вождения по магнитному квантовому числу в магнитном поле
11. Собственные (спиновые) механические и магнитные моменты. Спиновое гиромагнитное отношение. Спиновые квантовые числа. Ориентация спинов электрона. Опыт Штерна и Герлаха. Принцип Паули. Фермионы и бозоны.
12. Тонкая структура спектральных линий. Спин-орбитальное взаимодействие (элементарная схема).

**Задачи к коллоквиуму**

1. Найти наименьшую и наибольшую длины волн спектральных линий водорода в видимой области.

(Ответ: 365 нм, 656 нм)

1. Найти период обращения электрона на первой боровской орбите атома водорода и его угловую скорость.

(Ответ: ,  )

1. Найти потенциал ионизации:

а) однократно ионизированного гелия;

б) двукратно ионизированного лития.

(Ответ: 54,5 В; 122,8 В)

1. Электрон, пройдя разность потенциалов 4,9В, сталкивается с атомом ртути и переводит его в первое возбужденное состояние. Какую длину волны имеет фотон, соответствующий переходу атома ртути в нормальное состояние?

(Ответ: 533 нм)

1. Определить длину волны излучения атомов водорода при переходе электронов с четвертой орбиты на вторую. Какому цвету соответствует это излучение?

(Ответ: 485 нм)

1. Ядро изотопа  получилось из другого ядра после последовательных - и -распадов. Что это за ядро?

(Ответ: )

1. Найти постоянную распада радона, если известно, что число атомов радона уменьшается за время 1 сут на 18,2%.

(Ответ: )

1. Положение шарика массы m=1 мг может быть определено с точностью до 2-х мкм. Имеет ли смысл в этом случае практическое значение соотношение неопределенностей при определений скорости шарика?
2. Оценить из соотношения неопределенностей линейные размеры атомов и ядер, полагая величину ∆Е энергии, связанной с неопределенностью импульса электронов в атомах и нук­лонов в ядрах, соответственно равными 10 эВ и 1МэВ.
3. Найти ширину потенциальной ямы с бесконечными стенками, если минимальная разность энергии для электронов .
4. Энергия электрона n-ой боровской орбите . Найти магнитный момент электрона на этой орбите. Найти гиромагнитное отношение.
5. При обстреле лития  протонами получается гелий.

а) Написать эту реакцию.

б) Сколько энергии освобождается при такой реакции?

в) Считая, что эта энергия поровну распределяется между двумя -частицами, найти их скорость.

Начальную кинетическую энергию протонов и ядер лития принять за нуль.

(Ответ: а) ,б) 17,4 МэВ, в) )

1. Вычислить дополнительную энергию атома водорода в  состоянии во внешнем магнитном поле Н= 500 кЭрстед.
2. При наблюдении эффекта Зеемана в магнитном поле H=100кЭрстед ширина интервала между крайними компонентами некоторой спектральной линии . Найти длину волны этой линии.
3. Атом водорода находится в d состоянии. Найти величину его орбитального магнитного момента и возможные значения его проекции на направление внешнего магнитного поля.

# **Вопросы к лабораторным работам**

I. ***«Изучение спектра атома водорода»***

1. Как вычисляют постоянную Ридберга в этой работе?
2. Как вычислить постоянную Ридберга из теорий Бора для атома водорода?
3. Начертите энергетический спектр атома водорода.
4. Чем определяются состояния s, p,d, f, … и т.д.?
5. Столько и каких ориентации имеет орбитальный механический момент электрона в состоянии d?
6. Какой физический смысл имеет радиус первой боровской орбиты электрона в квантовой теории атома водорода?

**Задания для самостоятельного решения**

**I вариант**

1. Найти радиусы трех первых боровских электронных орбит в атоме водорода и скорости электрона на них.

2. Найти потенциал ионизации атома водорода.

3. В каких пределах должна лежать энергия бомбардирующих электронов, чтобы при возбуждении атома водорода ударами этих электронов спектр водорода имел только одну спектральную линию?

4. Найти длину волны де Бройля для электрона, движущегося на первой боровской орбите атома водорода.

5. Воздух, находящийся при нормальных условиях в ионизационной камере объемом 6 см3, облучается рентгеновскими лучами. Мощность экспозиционной дозы рентгеновских лучей 0,48 мР/ч. Найти ионизационный ток насыщения.

6. В какое вещество превращается  после трех последовательных -распадов и еще один -распад.

7. Найти удельную активность урана .

8. Какая доля первоначальной массы радиоактивного изотопа распадается за время жизни этого изотопа?

9.Найти энергию связи ядра атома изотопа лития , масса =7.01600 а.е.м.

**II вариант**

1. Найти кинетическую, потенциальную и полную энергии электрона на первой боровской орбите.

2. Найти первый потенциал возбуждения атома водорода.

3. В каких пределах должны лежать длины волн монохроматического света, чтобы при возбуждении атома водорода квантами этого света наблюдались три спектральных линии?

4. Найти радиус первой боровской электронной орбиты для однократно ионизированного гелия и скорость электрона на ней.

5. Найти для алюминия толщину  слоя половинного ослабления, для рентгеновских лучей некоторой длины волны. Массовый коэффициент поглощения алюминия для этой волны 5,3 м2/кг.

6. Ядра изотопа  претерпевают -распад, два -распада и еще один -распад. Какие ядра после этого получаются?

7. Найти удельную активность радона .

8. Найти удельную активность искусственно полученного радиоактивного изотопа стронция .

9. Из какой наименьшей массы руды, содержащей 42% чистого урана, можно получить массу 1г радия?

**III вариант**

1. Найти кинетическую энергию электрона, находящегося на  орбите атома водорода (для ).

2. Найти наибольшую длину волны в ультрафиолетовой области спектра водорода. Какую наименьшую скорость должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами электронов появилась эта линия?

3. Найти минимальную разрешающую способность спектрального прибора, с помощью которого можно разрешить первые пять линий серии Бальмера.

4. В каких пределах должны лежать длины волн монохроматического света, чтобы при возбуждении атомов водорода квантами этого света радиус орбиты электрона увеличился в 9 раз?

5. Найти потенциал ионизации атома водорода, первый потенциал возбуждения, радиус первой боровской орбиты и скорость электрона на этой орбите, длину волны де Бройля для электрона на первой орбите.

6. Во сколько раз уменьшится интенсивность рентгеновских лучей с длиной волны 20 пм при прохождении слоя железа толщиной 0,15 мм? Массовый коэффициент поглощения железа для этой длины волны 1,1 м2/кг.

7. Ядро  образовалось после двух последовательных -распадов. Из какого ядра получился полоний?

8. Сколько атомов радона распадается за время 1 сут из N=106 атомов?

9. Найти активность массы 1 мкг полония .

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ**

|  |  |
| --- | --- |
| Гравитационная постоянная |  |
| Скорость света в вакууме |  |
| Ускорение свободного падения |  |
| Постоянная Больцмана |  |
| Число Авогадро |  |
| Элементарный заряд |  |
| Масса электрона |  |
| Масса протона |  |
| Атомная единица массы |  |
| Постоянная Планка |  |
| Постоянная Ридберга |  |
| Боровский радиус |  |
| Комптоновская длина волны электрона |  |
| Магнетон Бора |  |
| Ядерный магнетон |  |
| Постоянная Стефана-Больцмана |  |
| Постоянная Вина |  |
| Энергия связи электрона в атоме водорода |  |

**СОДЕРЖАНИЕ**

Вопросы для подготовки к экзамену……………………………….4

Электромагнитные волны………………………………………..….7

Геометрическая оптика………………………………………..…….8

Интерференция света……………………………………..………..16

Дифракция света……………………………………………..……..22

Поляризация света……………………………………………...…..27

Квантовая оптика……………………………………………….….31

Элементы атомной физики………………………………………..36

Приложение………………………………………………………...41

**Рекомендуемая литература**

1. Савельев И.В. «Курс общей физики» т.IV, т.V М.Астрель,2004

2. Ландсберг Г.С. «Оптика» М.Наука, 1976

3. Яворский В.М., Детлаф А.А. «Курс общей физики»

М. Высшая школа, 1989

4. А.Н.Гордеев, А.А. Семенов «Оптика».Москва.РУДН.1974.