

4.4.1 (5.13А). ИЗУЧЕНИЕ АМПЛИТУДНОЙ РЕШЁТКИ

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

9 II-2017 г.

В работе используются: гониометр, ртутная лампа, амплитудная решётка, призмный уголкового отражатель, щель с микрометрическим винтом.

ЗАДАНИЕ

В работе предлагается отъюстировать гониометр, исследовать спектр ртутной лампы в ± 1 порядках и дисперсию решётки в разных порядках, определить период и спектральные характеристики решётки, оценить влияние ширины пучка на разрешающую способность.

Предварительно проведите **качественные наблюдения** спектра: держа решётку¹ в руке и глядя сквозь неё на узкий источник света (удобно использовать горизонтальную щель в окне), найдите спектр нулевого порядка — ахроматическое (белое) изображение источника. Поворачивая круговую оправу решётки вокруг горизонтальной оси, убедитесь, что её штрихи параллельны щели.

Поворачивая решётку вокруг вертикальной оси, рассмотрите спектры положительных и отрицательных порядков.

Определите, в каких порядках спектры начинают перекрываться, и оцените дисперсионную область решётки.

I. Настройка гониометра

Проведите юстировку гониометра и установите начало отсчёта, руководствуясь правилами, изложенными в техническом описании гониометра (ТО), расположенном на установке.

II. Установка решётки

Необходимость дополнительной настройки столика с решёткой связана с тем, что плоскость решётки может быть не перпендикулярна её основанию, и тогда при повороте зрительной трубы спектры дальних порядков могут уйти из поля зрения.

1. Настройте зрительную трубу на наблюдение входной щели коллиматора. Рекомендуемое начало отсчёта угла 180° . Вертикальный размер изображения щели должен занимать менее четверти поля зрения трубы.

Установите решётку на столике так, чтобы её плоскость была параллельна одному из винтов 8 и перпендикулярна оси коллиматора. Вращая только верхнюю

¹ Речь идёт о линейной решетке (100 штр/мм). Растровые решетки, выполненные в виде отдельных квадратов, для качественных наблюдений неудобны.

часть столика (винт 26 закреплён, чтобы не сбилась настройка нуля), найдите ахроматическое (белое) изображение щели коллиматора – спектр нулевого порядка.

2. Винтом 8, перпендикулярным плоскости решётки, установите изображение щели на центр поля зрения.

Отводя алидаду в сторону от коллиматора, найдите в трубе спектр самого дальнего порядка и винтом 8, параллельным плоскости решётки, снова приведите изображение щели к центру.

Вернитесь к ахроматическому изображению щели и проверьте результат. При необходимости снова подстройте столик винтом, перпендикулярным плоскости решётки. Повторяя процедуру, методом последовательных приближений добейтесь того, чтобы при повороте трубы изображение щели и спектр уходили не больше, чем на треть радиуса поля зрения.

III. Исследование спектра ртутной лампы

3. Подберите ширину входной щели так, чтобы ширина жёлтой спектральной линии была чуть больше промежутка между линиями двойного штриха окуляра зрительной трубы.

Установите высоту щели, удобную для измерений (при короткой щели плохо виден двойной штрих, при слишком высокой — мешает кривизна изображения).

4. Перед началом измерений следует убедиться в справедливости формулы (4.1). Для этого определите углы дифракции для двух ярких линий спектра в одном порядке и убедитесь, что $d \sin \varphi_m \sim \lambda$. Если формула (4.1) на опыте не подтверждается, следует выяснить причину.

5. Измерьте угловые координаты спектральных линий ртути в ± 1 порядках. Примерное расположение и относительная яркость основных линий спектра ртутной лампы приведены в ТО (рис. 4 и табл. 1).

При выполнении опыта плоскость решётки остаётся перпендикулярной оси коллиматора, а зрительная труба поворачивается так, чтобы двойной отсчётный штрих окуляра гониометра был совмещён с исследуемой спектральной линией.

При измерениях отмечайте угловую координату каждой из линий, описанных в ТО, не усредняя результаты для близких линий. Если при перемещении по спектру заметно нарушается резкость изображения, подстройте объектив зрительной трубы винтом 11.

Зарисуйте расположение элементов оптической схемы гониометра.

6. Для оценки угловой дисперсии решётки определите угловые координаты линий жёлтой пары во всех видимых порядках спектра, положительных и отрицательных.

7. Для определения аппаратной разрешающей способности (решётка + гониометр + глаз наблюдателя) измерьте угловую ширину одной из линий жёлтой пары (по нулям интенсивности) в нескольких порядках. Предварительно установите минимальную ширину щели коллиматора, позволяющую вести измерения.

Для качественного определения аппаратной разрешающей способности R оцените на глаз, во сколько раз расстояние между центрами жёлтых линий ($\Delta\lambda \simeq 20 \text{ \AA}$) больше полуширины одной линии и рассчитайте аппаратную полуширину линии $\delta\lambda$. Проведите расчёт R на месте.

IV. Зависимость разрешающей силы от ширины пучка

(выполняется по указанию преподавателя)

8. Настройте зрительную трубу на жёлтую пару.
9. Держа в руке дополнительную щель с микрометрическим винтом и рассматривая сквозь неё любой светящийся объект, определите начало отсчёта — момент открытия щели. Трижды повторите процедуру определения нуля, каждый раз открывая щель всё медленнее.
10. Откройте щель пошире и укрепите её на коллиматорном объективе. Уменьшая ширину щели, добейтесь предельного разрешения жёлтой пары и запишите показания микрометрического винта щели.
11. Зная разность длин волн для жёлтой пары, на месте оцените разрешающую способность R в этом эксперименте, число эффективно работающих штрихов N по формуле ($R = mN$) и число штрихов на мм.

Обработка результатов

1. Для ± 1 порядка рассчитайте углы дифракции φ_m и постройте график зависимости $\sin \varphi_m$ от длины волны. Определите по углу наклона графика шаг решётки d , используя формулу (4.1). Оцените погрешность результата.
2. Рассчитайте экспериментальную угловую дисперсию для жёлтой пары в спектрах разных порядков ($D = \Delta\varphi/\Delta\lambda$ в угловых секундах на ангстрем). Постройте график зависимости $D = f(m)$. Сравните эту зависимость с рассчитанной по формуле (4.11) для средней длины волны жёлтой пары.
3. По измерениям координаты и угловой ширины жёлтой линии рассчитайте экспериментальную разрешающую способность ($R = \lambda/\delta\lambda = \varphi/\delta\varphi$). Сравнив её с теоретической ($R = m \cdot N$), оцените число эффективно работающих штрихов и размер освещённой части решётки.
4. Рассчитайте порядок спектра, при котором фиолетовая линия наложится на жёлтую.

9-II-2017 г.