

ФЯЛ-02 «Некогерентное рассеяние фотонов (γ -квантов) на свободных электронах. Эффект Комптона»

1. Функциональные и качественные характеристики. Лабораторная установка формирует одно рабочее место и обеспечивает проведение экспериментов по теме «Эффект Комптона» учебного лабораторного практикума. Лабораторный модуль предназначен для теоретического исследования и экспериментального изучения некогерентного рассеяния γ -квантов на электронах. Лабораторный комплекс используется для постановки лабораторных работ и проведения практических и демонстрационных занятий по курсу «Физика ядра и частиц».

2. Состав, технические характеристики, комплектация. Экспериментальная установка является прототипом (учебной моделью) установки для исследования эффекта Комптона. Учебный лабораторный комплекс представляет собой действующую модель, функционально не отличающуюся от своего базового научного прототипа для исследования рассеяния γ -квантов на электронах. В прибор отсутствует радиоактивный источник излучения (используется его модель), а все результаты эксперимента содержатся в базе данных микропроцессора. Лабораторный модуль состоит из нескольких элементов, конструктивно объединенных в одном корпусе:

- Стабилизированного источника питания, подающего питание нужной полярности и значения на все элементы схемы. Стабилизатор типа 7805, Номинальный выходной ток 1.5 А; Максимальное входное напряжение 40 В; Выходное напряжение $5 \text{ В} \pm 0,1$.
- схемы контроля необходимых параметров, осуществляющей информацию о ходе эксперимента и вывод на экран LCD дисплея. Выполнен на базе многострочного ЖКИ LCD индикатора типа WH1602 (Winstar Display). Жидкокристаллический индикатор предназначен для отображения буквенно-цифровой информации рус/англ с разрешением 16 символов x 2 строки. Тип дисплея — символьный. Напряжение питания постоянное, +3...5 В. Символов в строке, 16 шт.. Строк, 2 шт. Набор символов русский/латинский. Температура эксплуатации, $-20...+70 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Моделирующий блок и блок управления учебной установкой. Блока ввода-вывода для обмена с микроконтроллером цифровыми сигналами выполнен на базе 8-разрядных микропроцессоров типа Atmega (Atmega16, Atmega32). Микропроцессор имеет 8-разрядных рабочих регистра общего назначения, Встроенный 2-цикловый перемножитель, 8 Кбайт внутрисистемно программируемой Flash памяти; 512 байт EEPROM; Два 8-разрядных таймера/счетчика с отдельным предварительным делителем, один с режимом сравнения; Один 16-разрядный таймер/счетчик с отдельным предварительным делителем и режимами захвата и сравнения; Счетчик реального времени с отдельным генератором ; Три канала PWM (ШИМ модуляция).
- Радиоактивный источник (модель). Изотоп ^{137}Cs подбирается из расчета, чтобы энергия γ -квантов, равная 662 кэВ, лежала в таком диапазоне, в котором другими эффектами взаимодействия γ -квантов в веществе рассеивателя (фотоионизация, рождение электронно-позитронных пар) можно было бы пренебречь.
- Рассеиватель (модель). Органическое вещество стилибен, состоящее из атомов углерода и водорода. Поскольку энергия связи внешних электронов этих атомов мала (потенциал ионизации водорода 13,6 эВ и первый потенциал ионизации углерода 11,6 эВ), то при энергии γ -квантов 0,6-0,7 МэВ внешние электроны можно рассматривать как свободные. Эффект рассеяния на всем атоме (когерентное рассеяние) при данных условиях эксперимента будет мал и несмещенная компонента в рассеянных лучах практически не будет наблюдаться.
- Сцинтилляционный γ -спектрометр. Сцинтилляционный спектрометр работает следующим образом. Гамма-квант, попадая в специально подобранное вещество сцинтиллятора (NaI), эффективно поглощается, производя фотоионизацию. Поскольку энергия γ -кванта значительно превышает энергию ионизации электрона, то практически вся энергия γ -кванта переходит в кинетическую энергию ионизированного электрона, которая, в свою очередь, целиком затрачивается на оптические переходы атомов и тормозное излучение электрона в веществе сцинтиллятора. Свет люминисцентных вспышек попадает на фотокатод ФЭУ и усиливается. При этом оказывается, что амплитуда электрического импульса с фотоумножителя пропорциональна энергии первичного γ -кванта. Таким образом это устройство одновременно определяет и энергию и число γ -квантов, попавших в сцинтиллятор, тем самым давая возможность найти распределение γ -квантов по энергии, т. е. спектр.

Установка имеет выход на компьютер и связывается с ПК посредством передачи данных через USB – порт, интерфейс RS232, LINE-IN звуковой карты ПК либо по протоколу TCP/IP (UDP) с помощью сетевой карты Ethernet. Передача данных осуществляется с помощью специально разработанного протокола LabVisual v2.01 либо старше, для визуализации принятых данных служит интегрированная среда лабораторного эксперимента

LabVisual v2.01 либо старше. Программное обеспечение, поставляемое с учебной установкой должно быть работоспособно в ОС Ubuntu Linux/Windows 32 бит. Для работы в ОС Linux используется эмулятор программного кода VirtualBox.

Учебная установка комплектуется полным методическим руководством, включающим теоретическую часть и экспериментальную часть (порядок выполнения), диском с программным обеспечением, включающим методические материалы по выполнению лабораторной работы в электронном виде, необходимыми соединительными проводами. Установка выполнена в климатическом исполнении УХЛ, категория 4.2 ГОСТ 15150-69 для эксплуатации в помещении при температуре от 10°C до 35°C и относительной влажности до 80 %.

Электропитание 220 В/50 Гц

Мощность не более 250 Вт

Для работы лабораторной установки с компьютером необходим компьютер с установленной 32 бит ОС Linux + эмулятор рабочей среды VirtualBox либо 32 бит ОС Windows XP SP2 и выше с наличием свободных COM порта, USB порта и звуковой карты.

Прибор комплектуется ПЭВМ либо ноутбуком с параметрами не хуже, чем:

Процессор Intel Atom 230 (замена процессора невозможна),

Частота шины 533 МГц

Чипсет мат. Платы: Intel 945GC (QG82945GC + NH82801GB (ICH7))

Видео: М/В Intel GMA 950

Звук: 2-канальный HDA CODEC Realtek ALC662

Количество разъемов: DDR2 1

Тип поддерживаемой памяти DDR2 PC2-4200 (DDR2-533), PC2-5300 (DDR2-667)

Официально поддерживаемые стандарты памяти PC2-5300 (DDR2 667 МГц), PC2-4200 (DDR2 533 МГц)

Мак объем оперативной памяти 2 Гб

Сеть: Сетевой контроллер Realtek RTL8102EL 10/100 Мбит/сек

BIOS: Intel BIOS, 4 Мбит

Количество разъемов PCI: 1

Serial ATA 2 канала с возможностью подключения 2х устройств.

Поддержка UDMA/100: 1 канал с возможностью подключения 2х устройств.

Порты: 1х PS/2 клавиатура, 1х PS/2 мышь, 4х USB 2.0, 1х COM, 1х LPT, 1х VGA монитор, 1х RJ-45 LAN, line-out, line-in, mic-in

Монитор: ЖК (LCD, TFT) Acer, 17 дюймов.