НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА АТОМА ВОДОРОДА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ РИДБЕРГА.

ФКЛ-01М

ПАСПОРТ.

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

2019 г.

Настоящий паспорт предназначен для ознакомления с техническими данными изделия, устройством, порядком работы и правилами эксплуатации.

1. Назначение.

Лабораторный модуль ФКЛ-01 предназначен для постановки лабораторных работ по курсу «Квантовая физика» («Атомная и ядерная физика») в физическом практикуме ВУЗов. С помощью данного лабораторного модуля могут быть поставлены следующие работы:

1) Изучение спектра атома водорода и определение постоянной Ридберга (Планка)
2) Изучение спектра ртути

Примечание: Возможна разработка иных лабораторных работ с использованием данного модуля, не противоречащих требованием настоящей инструкции.

Модуль предназначен для работы со стандартным монохроматором типа УМ-2, МУМ-1, дифракционной решёткой, спектроскопом либо спектрометром.

2. Технические условия и комплектующие.

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	не более 160 Вт
Условия эксплуатации	температура 15-40 ^{0}С при нормальном атмосферном давлении.

Лампа ртутная спектральная ДРСк-125(М)	1 шт.
Блок управления	1 шт.
Трубка водородная	1 шт.
Блок питания спектральной трубки	1 шт.
Блок питания ртутной лампы	1 шт.

Конструктивно изделие выполнено в виде двух блоков: непосредственно осветителя, содержащего спектральные лампы; и блока управления, содержащего пускорегулирующее устройство и систему зажигания для ртутной лампы и систему зажигания и контроля работы водородной спектральной трубки, позволяющий контролировать режим работы лампы.

3. Устройство и принцип работы.

Лабораторная работа выполняется на учебном комплексе ФКЛ-1М. Схема эксперимента приведена на рис. 2.1.

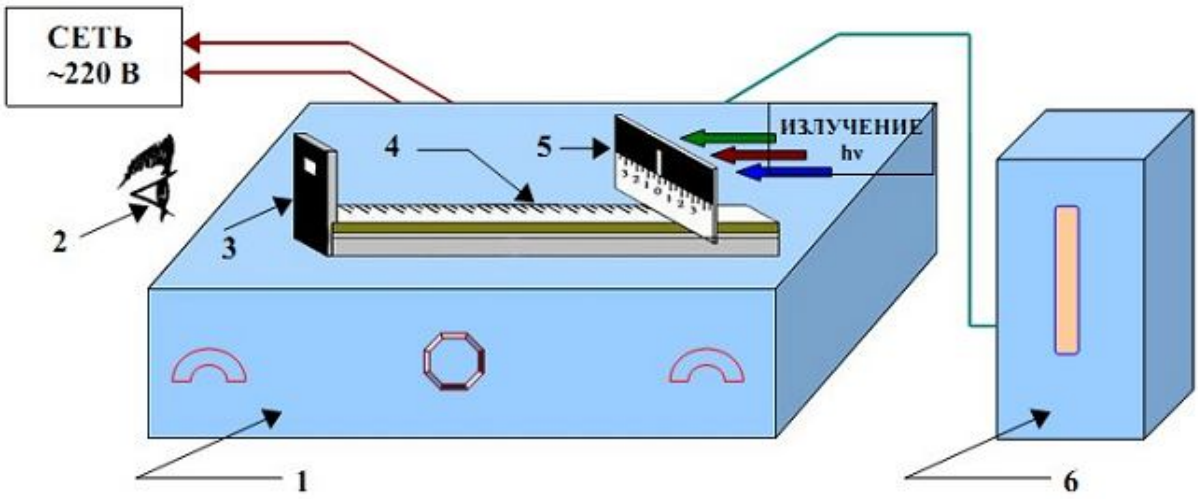

Рис. 2.1. Принципиальная блок — схема эксперимента для исследования спектра атома водорода. 1 — ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ и источник питания для ламп; 2 – глаз наблюдателя, смотрящий сквозь прозрачную дифракционную решетку; 3 – подвижная сменная пластина с дифракционной решеткой; 4 – линейка; 5 – неподвижный экран с щелью; 6 – УСТРОЙСТВО ОСВЕТИТЕЛЬНОЕ (осветитель) с водородной трубкой и ртутной лампой.

Установка содержит ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ 1; УСТРОЙСТВО ОСВЕТИТЕЛЬНОЕ 6; сменную дифракционную решетку 3, которая может перемещаться вдоль линейки 4; и неподвижный экран с щелью 5 и миллиметровой шкалой. Осветитель содержит водородную трубку типа ТСУ-Н и ртутную трубку, покрытую слоем люминофора для поглощения УФ излучения типа ДРСк-125М либо аналогичную. Линейка с дифракционной решеткой и экраном укреплена на подставке таким образом, что при установке её на БЛОК ПИТАНИЯ, выходные окна осветителя оказываются совмещены по высоте с входной щелью экрана. Входная щель имеет ширину не более 1 мм и не регулируется. Роль линзы выполняет хрусталик глаза 2 наблюдателя. Изображение щели образуется на сетчатке глаза и наблюдается на фоне миллиметровой шкалы экрана 5.

Основным элементом модуля является водородная спектральная трубка и ртутная (ДРСк-125-(м)) спектральная лампа

Разряд в трубке (рис. 2.1-2) возникает при столкновении ускоренных электронов с молекулами H_2 или D_2 . Образуемые при этом электроны и ионы поддерживают разряд. Эти же частицы ответственны за появление интенсивного рекомбинационного свечения разряда в ультрафиолетовой области спектра. Кроме областей непрерывного спектра, при рекомбинации наблюдаются также спектральные линии, соответствующие обычному эмиссионному спектру атомов и молекул водорода и дейтерия. Возбуждение их происходит главным образом за счет электронных ударов. Кроме этого, для облегчения зажигания лампы, внутрь трубки введено небольшое количество примеси неона. Поэтому спектр излучения трубки в видимой области имеет большое число линий, среди которых отчетливо видны линии, обусловленные излучением атома водорода.

Лампа типа ДРСк-125 (м) представляет собой ртутную горелку из кварцевого стекла, покрытую слоем люминофора для компенсации УФ излучения ртути. Питание лампы осуществляется от сети переменно тока ~220 В через специальное пускорегулирующее устройство. Внешний вид лампы и её технические характеристики приведены на рис. 2.1-1. Параметры лампы стабилизируются в течении 2 – 4 минуты после включения. Повторно горевшую лампу возможно включить в сеть лишь после 10-15 минутного перерыва (потенциал зажигания горячей кварцевой трубки настолько высок, что сетевое напряжение не может вызвать зажигание лампы, и лишь после того как горелка остынет, амплитуда сетевого напряжения оказывается достаточной для поджига разряда). **Запрещается выключать лампу от сети в момент разгорания.**

Рис. 2.1-1. Лампа типа ДРСк-125(м)

Лампа ДРСк-125М. Технические характеристики.

Тип цоколя	специальный, G23 либо E27 (E14)
Напряжение холостого хода источника, Uxx, не менее	190 В
Зажигание лампы	от высоковольтного импульса, создаваемого стартером внутри лампы либо от специального электронного блока питания.
Включение лампы	последовательно с балластным дросселем
Ток разряда в номинальном режиме, Iраб, не более	150 мА
Напряжение на лампе в номинальном режиме, Uраб	110 – 190 В
Мощность лампы в номинальном режиме, Pраб	9 – 15 Вт
УФ линии в спектре отсутствуют (поглощение люминофором, безопасно для глаз)	
Линия излучения люминофора колбы	611,3 нм

Трубка спектральная водородная типа ТСУ-Н.

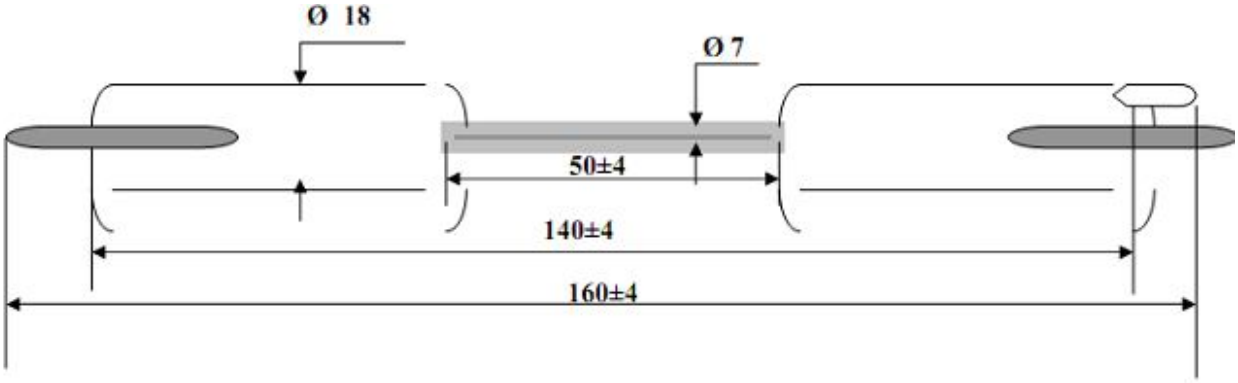

Рис. 2.1-2. Трубка спектральная водородная типа ТСУ-Н.

Индикатор ТСУ-Н с водородным наполнением, обеспечивает видимое излучение основных линий атомарного водорода, которое можно зарегистрировать монохроматором или дифракционной решеткой. Излучение молекулярного водорода наблюдается в виде слабого фона.

Напряжение возникновения разряда не менее 4500 В.
Напряжение поддержания разряда не более 6000 В.
Номинальный ток – не более 1 мА.
Выходная частота источника питания - 40±10 кГц.

Спектральная трубка состоит из двух стеклянных баллончиков, соединенных между собой капиллярной трубкой.

На концах баллончиков вварены электроды, вводы которых припаяны к металлическим цоколям, имеющим ушки для присоединения проводов.

Подача на трубку высокочастотного высоковольтного напряжения (~5 – 7 кВ) обеспечивает непрерывную работу в номинальном режиме. При слабом свечении или мерцании трубки напряжение можно увеличивать либо уменьшать.

Установка для наблюдения дифракционной картины состоит из рейки (линейки), на которой укреплена дифракционная решётка ДР (рис. 2.1, 2.2). По линейке перемещается подвижное крепление дифракционной решетки ДР. Щиток (экран) Щ с узкой щелью и линейкой с миллиметровой шкалой укреплён неподвижно. Роль линзы в данной модификации опыта выполняет хрусталик глаза ХР. Изображение щели образуется на сетчатке глаза СГ и наблюдается на фоне миллиметровой шкалы экрана. Размерами глазного яблока и расстоянием от глаз до решётки можно пренебречь по сравнению с расстоянием от щели до решётки L.

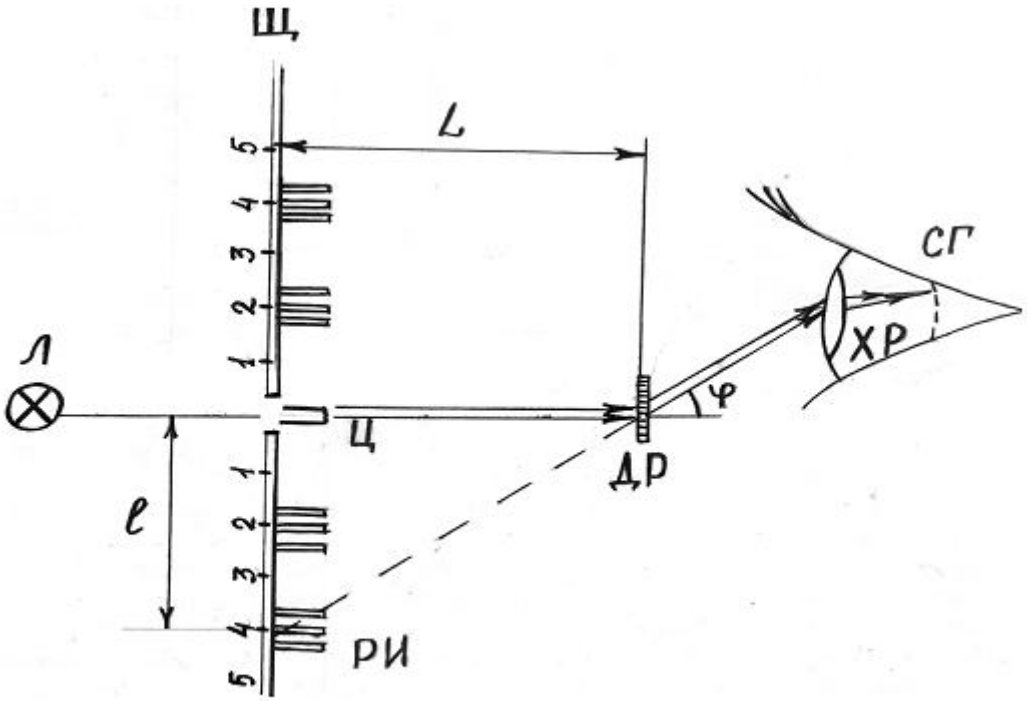

Рис. 2.2. Геометрическая схема эксперимента.

Щель освещается источником света от осветителя Л (водородной либо ртутной лампой). Если смотреть на освещённую светом щель через дифракционную решётку, то кроме центрального изображения щели Ц в белом свете по обе стороны видны её симметричные радужные изображения РИ (спектры). Угол дифракции φ определяется по положению дифракционного максимума на миллиметровой шкале экрана. Работа осуществляется с дифракционным максимумом первого порядка (m=1).

Т. к. входная щель вырезает из всего спектра достаточно узкий участок, то для наблюдения спектральных полос необходимо смотреть сквозь дифракционную решетку «под углом» (слева и справа), одновременно поворачивая глаз (голову) на различный угол φ, при этом на сетчатке глаза будут появляться и исчезать соответствующие спектральные линии, попадающие в диапазон, вырезаемый щелью.

Пластиковая рейка снабжена продольным пазом. На одном ее конце (в качестве дополнительного эксперимента) может быть закреплен

полупроводниковый лазер, на другом расположен держатель экрана. Между ними помещен рейтер (крепление дифракционной решётки), который может свободно перемещаться вдоль рейки. Рейтер используется для закрепления дифракционной решетки с помощью полоски магнитной резины, закрепленной на его боковой поверхности. Вдоль рейки нанесена шкала с ценой деления 1 мм.

Лазер питается от трех гальванических элементов типа LR44 с ЭДС 1,5 В каждый. Лазер излучает свет при нажатой кнопке расположенной на торце его корпуса. Для замены элементов питания кнопку отделяют, после чего из корпуса извлекают модуль с гальваническими элементами.

Экран жестко закреплён к линейке и снабжен шкалой с ценой деления 1 мм. Нулевое деление посередине экрана является щелью с шириной около 1 мм.

В комплект прибора входят две дифракционные решетки, изготовленные методом электронно-лучевой литографии с числом штрихов 500 и 1000 на миллиметр (периоды решёток соответственно 0,002 мм и 0,001 мм). Решетки помещены в слайд-рамки. На каждой рамке указан период решетки, имеется полоска магнитной резины для ее прикрепления к рейтеру.

Подготовка прибора к работе сводится к установке прибора на подставку, роль которой может играть БЛОК ПИТАНИЯ спектральных ламп.

4. Порядок работы.

1. Включить установку в сеть напряжением ~220 В. Поставить переключатель «ЛАМПЫ» на пульте управления в положение «РТУТНАЯ», а переключатель «СЕТЬ» в положение «ВКЛ» при этом должен загореться сигнальный светодиод «СЕТЬ» и начаться процесс розжига разряда в ртутной лампе. **Ручка регулировки высокого напряжения, подаваемого на трубку, должна быть повернута до упора против часовой стрелки!**
2. Дать лампе прогреться 3-5 минут. **Запрещается выключать лампу от сети в момент разгорания.**
3. Провести измерения спектра ртути с помощью дифракционной решётки, согласно методическому руководству.
4. По окончании измерения спектра ртути, поставить переключатель «ЛАМПЫ» в положение «ВОДОРОДНАЯ». **Проверить положение ручки регулировки высокого напряжения «ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ»: ручка должна быть повернута до упора против часовой стрелки.** Поставить переключатель «ЛАМПА» в положение «ВОДОРОДНАЯ» и установите осветитель спектральной водородной трубкой напротив входной щели экрана, расположив его соосно на расстоянии 10 – 15 см от входной щели. Медленно вращая ручку «ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ» по часовой стрелке, добиться возникновения устойчивого разряда в трубке. Напряжение, подаваемое на трубку, следует отрегулировать таким образом, чтобы происходил устойчивый разряд, и наблюдалась приемлемая яркость свечения. Запрещается перекручивать ручку «ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ», так как при подачи на трубку чрезмерного напряжения, возможен выход её из строя. Провести измерение длин волн трёх линий (красной, зелено-голубой, фиолетово-синей) спектра атомарного водорода. **При включении трубки, особенно с течением времени после интенсивного использования, возможна задержка в развитии ВЧ разряда в газе, поэтому если трубка не засветилась сразу, ручку регулировки высокого напряжения рекомендуется поставить в максимальное положение, вращая её по часовой стрелке, и ожидать развития разряда в течение ~ 1 минуты, после чего сразу убавить напряжение, поступающее на трубку, до значения, обеспечивающее устойчивое свечение и приемлемую яркость излучения.**
5. Перевести переключатель «СЕТЬ» в положение «ВЫКЛ», при этом должен погаснуть световой индикатор «СЕТЬ». Выключить установку из сети.
6. Выполнить расчет постоянной Ридберга согласно методическому руководству.

5. Меры предосторожности.

При эксплуатации в нормальных условиях, установка не требует принятия повышенных мер предосторожности, однако следует помнить, что питание спектральных ламп осуществляется повышенным переменным (порядка 6000 В) напряжением, поэтому снятие защитной крышки могут проводить лишь компетентные сотрудники. Эксплуатация лабораторного модуля ФКЛ-01 является полностью безопасной, при соблюдении обычных мер предосторожности в учебных лабораториях (проверка изоляции соединительных проводов, шнуров и т.п.). В процессе работы так же рекомендуется избегать одновременного контакта с землей и корпусом лабораторных приборов и одновременного контакта между корпусами лабораторных приборов.

Запрещается эксплуатация устройства в помещениях с повышенной влажностью. Запрещается включать устройство в сеть в разобранном виде, также запрещена эксплуатация со снятой крышкой.

6. Гарантийные обязательства

Предприятие-изготовитель НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор» гарантирует бесперебойную работу установки не менее ***12 месяцев*** с момента передачи изделия заказчику. В случае обнаружения некачественности изделия, не связаннного с почтовыми форс-мажорными обстоятельствами, грузополучатель обязан незамедлительно сообщить поставщику об этом, указав, в чем заключается неисправность.

Гарантия не распространяется на изделия, вышедшие из строя по вине грузополучателя, вследствие включения устройства в сеть с не соответствующим номинальным значениям параметров питающей сети, не обеспечивающим нормальный режим работы устройства.

Гарантийный ремонт не производится, претензии по качеству не принимаются в случаях: а) отсутствие гарантийного талона (паспорта изделия); б) при нарушении пломб, наличии следов вскрытия, попытки вскрытия (например, сорванные шлицы винтов, следы на корпусе, неправильная сборка), проведения предварительного ремонта самим пользователем, внесение изменений в конструкцию, использование принадлежностей, не предусмотренных изготовителем. в) следов термических, либо химических воздействий. г) небрежного технического обслуживания и эксплуатации, попадания посторонних предметов в узлы инструмента или их загрязнения, а так же в случаях эксплуатации изделия с нарушениями указаний технического паспорта, руководства по эксплуатации и дополнений продавца к руководству по эксплуатации.

Гарантия не распространяется: а) на неисправности, возникшие в результате несообщения о первоначальной неисправности; б) на неисправности, возникшие в результате нарушений инструкций и рекомендаций, содержащихся в руководстве по эксплуатации и дополнений продавца к руководству по эксплуатации; в) на изделие, которое подвергалось ремонту и конструктивным изменениям не уполномоченными на то лицами; г) на неисправности, вызванными транспортными повреждениями, небрежным обращением, или плохим уходом, не правильным использованием; д) на детали, являющиеся изнашиваемыми и расходными материалами (в том числе на спектральные лампы, срок службы которых напрямую зависит от частоты включений в времени использования, тем не менее, для проверки целостности и работоспособности ламп дается срок 14 дней); е) на внешние механические повреждения, вызванные эксплуатацией; ж) на такие виды работ, как регулировка, чистка и прочий уход за изделием, оговоренный в руководстве по эксплуатации; з) при использовании изделия не по назначению.

По истечении гарантийного срока, ремонт изделия осуществляется за отдельную плату.

Настоящий паспорт служит основанием для ремонта изделия при обнаружении неисправностях в течение всего гарантийного срока. Претензии по качеству и комплектности продукции принимаются по адресу: Россия, 300001, г. Тула, ул. Степанова, 29-88, НПО ТулаНаучПрибор, Панкову С. Е. Тел. 8-910-585-55-02; e-mail: physexperiment@narod.ru, web-страница: http://www.physexperiment.narod.ru.

Производственное Объединение учебной техники «ТулаНаучПрибор»

Заказчик:

_____

« » _____ 20__ г.

Исполнитель:

Панков С. Е._____

« » _____ 20__ г.

Разработано: НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор», Россия, г. Тула