

Вторая проблема связана с отсутствием доступа к современным информационным технологиям и оборудованию в школах. Не во всех учебных заведениях есть возможность обеспечить каждого ученика компьютером или доступом к интернету. Это создает неравенство среди учащихся и затрудняет реализацию интегрированного подхода к обучению. Для преодоления этой проблемы необходимо создание программ поддержки школ в области информационных технологий, выделение средств на закупку необходимого оборудования и обеспечение доступа к интернету для всех учеников.

Третья проблема заключается в отсутствии качественных образовательных программ и методических материалов, специально разработанных для интеграции информатики и физики. Многие существующие учебные пособия и программы не учитывают возможностей современных информационных технологий и не предоставляют инструментов для их успешного использования в обучении.

Решение этой проблемы требует разработки специализированных учебных программ, адаптированных к современным технологиям, а также создания методических материалов и ресурсов для поддержки учителей. Одним из путей решения этих проблем может быть создание национальных программ и инициатив по интеграции информатики в учебный процесс по физике. Эти программы могут включать в себя обучение и поддержку учителей, предоставление финансовых средств на закупку оборудования и разработку образовательных ресурсов, а также разработку специальных курсов и учебных программ, ориентированных на интегрированный подход к обучению. Важно также учитывать потребности конкретных школ и учителей, предоставляя индивидуальную поддержку и консультации. Интеграция информатики в учебный процесс по физике имеет огромный потенциал для улучшения качества обучения и развития у учащихся не только знаний в области физики, но и навыков работы с информационными технологиями. Однако для успешной реализации этого подхода необходимо решить ряд проблем, включая недостаток квалификации учителей, отсутствие доступа к оборудованию и программам, а также недостаток качественных учебных материалов. Систематические усилия по преодолению этих проблем могут привести к значительному улучшению образования в области физики и развитию информационной грамотности среди учащихся.

И. А. Гордеенко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **С. В. Шалупаев**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС»

Цель работы: Наблюдение явления ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Исследование влияния индукции постоянного магнитного поля и напряжённости высокочастотных колебаний на сигнал ЯМР. Определение g-фактора протона.

Между полюсами электромагнита 1 (рисунок 1), создающего однородное магнитное поле индукции \vec{B} , размещается небольшая катушка 3, включённая в высокочастотный колебательный контур генератора ГВЧ (частота ν в диапазоне от 1 до 8 МГц), ориентированную так, что её ось, и как следствие, магнитная компонента \vec{B} , переменного поля перпендикулярна вектору \vec{B} .

Внутрь катушки в миниатюрной ампуле 2 помещают исследуемое вещество – в данном случае воду. Магнитные свойства воды обусловлены ядрами водорода – *протонами, входящими в состав её молекулы*. Т. о., в лабораторной работе исследуется ЯМР на протонах.

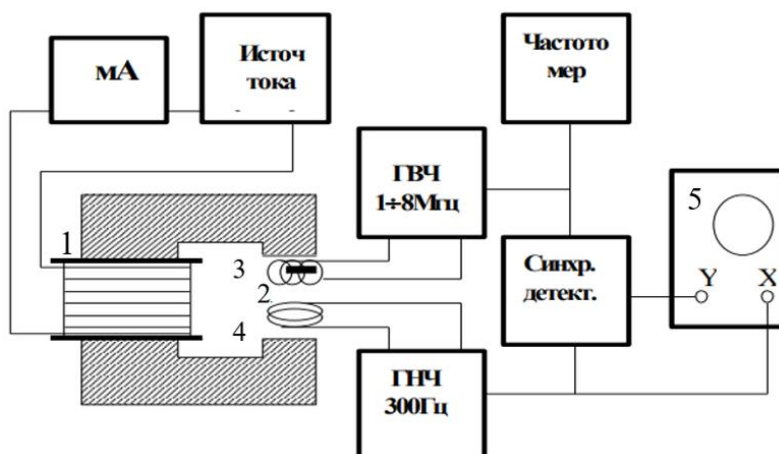


Рисунок 1 – Установка для исследования ЯМР

Кроме высокочастотной катушки в зазоре электромагнита размещают ещё одну катушку – модулирующую катушку 3 – ось, которой ориентирована параллельно вектору \vec{B} (регулируемую путём изменения тока электромагнита). Через катушку 3 пропускают ток низкой частоты (около 300 Гц), в результате чего индукция постоянного магнитного поля в исследуемом веществе испытывает небольшие периодические изменения возле значения B .

Существуют два способа проведения эксперимента: путём медленного изменения либо тока электромагнита, либо частоты ГВЧ.

Как только окажется, что в процессе «качаний» магнитной индукции B в некоторые моменты времени будет выполняться резонансное условие:

$$\nu_{\text{ЯМР}} = g_I \frac{\mu_N}{h} B, \quad (1)$$

где g_I – ядерный g -фактор;

μ_N – ядерный магнетон.

В эти моменты добротность колебательного контура начнёт достаточно резко падать. Следствием этого станет кратковременное уменьшение (два раза за период «качаний») амплитуды напряжения ГВЧ, которое и обнаруживается с помощью синхронного детектора и осциллографа 5 (рисунок 2).

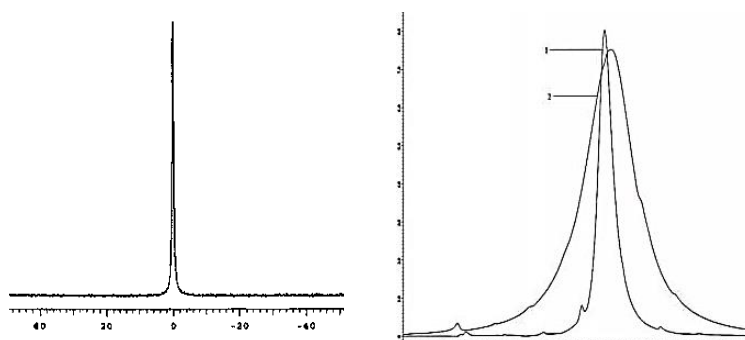


Рисунок 2 – Ядерный магнитный резонанс

Порядок выполнения работы

1. Изучить экспериментальную установку, устройство и принцип действия входящих в её состав приборов. Подготовить установку к работе.

Включить приборы на 15-минутный прогрев. На стабилизированном выпрямителе ручку РЕГУЛИРОВКА ТОКА МАГНИТА поставить в положение «0». На приборе Ш1-9 переключатель РОД РАБОТЫ поставить в положение ПОЛУАВТ, а переключатель поддиапазонов – в положение «2». Ручкой МОДУЛ установить 3–5 мкА, а ручкой ВЧ – 4–10 мкА на индикаторе, предварительно поставив его переключатель в нужное положение.

2. Установить начальное значение тока электромагнита (около 100 мА), после чего ручкой плавной настройки частоты вывести сигнал магнитного резонанса на середину экрана осциллографа. С частотомера снимать точные показания частоты ν с шагом по току I по 10 мА вплоть до его максимального значения. При превышении тока электромагнита следует сбросить его до нуля и, плавно увеличивая, установить нужное значение. Результаты измерений записывают в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты измерений ЯМР

I , мА					
B , Тл					
ν , кГц					

Магнитная индукция B линейно зависит от тока I и может быть найдена либо по градуировочному графику электромагнита.

Сделать вывод по влиянию индукции постоянного магнитного поля на вид сигнала магнитного резонанса.

Изменяя ручкой ВЧ напряжённость высокочастотного поля от нуля до максимально возможного значения, наблюдать влияние на вид сигнала.

3. Построить график зависимости $\nu = f(B)$, откладывая по оси X индукцию магнитного поля B в Тл, а по оси Y – частоту ν в кГц. В случае грубых отклонений некоторых точек от прямой необходимо произвести повторные измерения.

По методу наименьших квадратов найти наилучшее значение коэффициента k линейной зависимости $\nu = kB$ и среднеквадратичную ошибку этого коэффициента Δk .

4. Используя наилучшее значение k , с учётом условия магнитного резонанса (1) вычислить наилучшее значение g -фактора протона g_I и его среднеквадратичную ошибку Δg_I . Для этого надо предварительно вычислить отношение μ_N / h в единицах кГц/Тл, основываясь на значениях фундаментальных констант.

Найти среднее значение $\overline{g_I}$ из наклона графика, сравнить его с наилучшим значением g_I , найденным по методу наименьших квадратов и сделать вывод о величине g -фактора протона.

5. По g_I , находят абсолютную величину проекции магнитного момента протона $|\mu_{I_z}|$, выразив её в ядерных магнетонах μ_N , а также в единицах Дж/Тл.

6. Сделать вывод по работе.

Литература

1. Ядерная физика в интернете. Проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ и отдела электромагнитных процессов и взаимодействия атомных ядер НИИЯФ МГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/e202.htm>. – Дата доступа: 24.03.2024.

2. Краткий курс по ядерному магнитному резонансу. Учебное пособие для студентов специализации физика полимеров физического факультета [Электронный ресурс] / Г. Г. Пименов, Б. И. Гизатуллин – Казань: КГУ, 2008, 55с. – Режим доступа: https://kpfu.ru/portal/docs/F1409793745/G.G..Pimenov_.B.I..Gizatullin.KRATKIJ.KURS.POYA.DERNOMU.MAGNITNOMU.REZONANSU._Kazan..2008_.pdf – Дата доступа: 24.03.2024.