

Только для установки 1. По другим установкам описание брать у лаборантов

Задание

В данной лабораторной работе в качестве индикаторной установки 1 (см. рис. 1) используется измеритель магнитной индукции Ш1-9, состоящий из двух блоков: нижнего (генератора) и верхнего (индикатора). Внешний вид прибора показан на рис. 6.

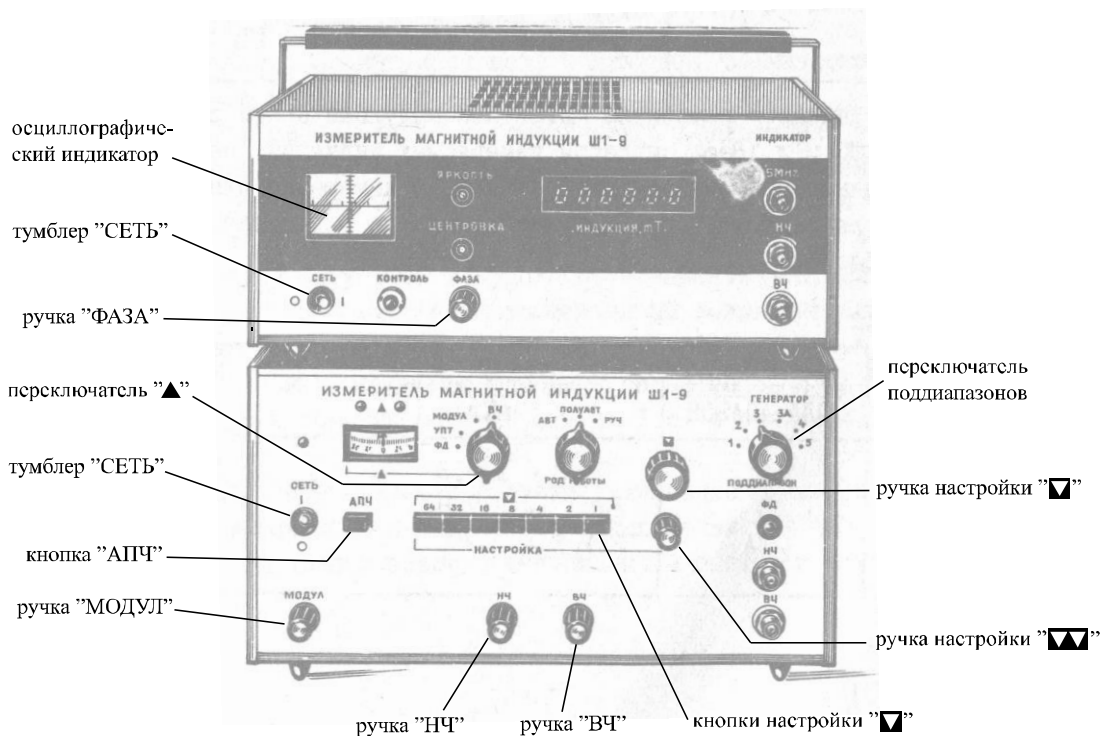


Рис. 6.

В данной лабораторной работе прибор Ш1-9 используется не для определения магнитного поля, а для реализации и регистрации сигнала ЯМР. Контурные катушки L (см. рис. 1), входящие в состав колебательных контуров, были заменены на новые, поэтому показания магнитного поля на цифровом индикаторе не соответствуют действительности. Приближенное значение магнитного поля определяется по калибровочному графику, приведенному в конце описания. На калибровочном графике приведена зависимость магнитного поля от тока в катушках электромагнита. Уточнение магнитного поля производится с помощью холловского датчика магнитного поля Ш1-10. К данной работе студентам выдаются несколько датчиков с образцами. Внутри каждого датчика находится сам образец с намотанной на него контурной катушкой L и модуляционной катушкой (см. рис.7).



Рис. 7.

Только для установки 1. По другим установкам описание брать у лаборантов

1. Убедитесь, что одноименные разъемы "ВЧ" и "НЧ" генератора и индикатора соединены друг с другом. Перед включением прибора Ш1-9 установите органы управления и контроля в следующие положения: переключатель "РОД РАБОТЫ" – в положение "РУЧ"; кнопка "АПЧ" отжата; ручки резисторов "НЧ", "ВЧ", "МОДУЛ" – в крайнее левое положение. Установите переключатель поддиапазонов в положение "3".

2. Возьмите из выданного вам комплекта датчиков датчик с образцом №3 (образец – вода; ЯМР на ядрах водорода). Внимательно рассмотрите разъем этого датчика и соответствующий разъем на кабеле от генератора. Обратите внимание на выступающую часть и соответствующее углубление в разъемах, которые должны соответствовать друг другу. Не прикладывая чрезмерных усилий, соедините разъемы друг с другом. Аккуратно поместите датчик в углубление из пенопласта между полюсами электромагнита. Включите питание генератора, индикатора, частотомера, осциллографа и датчика Холла. Если загорелась одна из лампочек над стрелочным индикатором генератора Ш1-9, то генератор следует выключить и повторно включить. Дайте прогреться приборам в течение 10 минут. Перед включением источника питания катушек электромагнита, ручки регулировки напряжения "VOLTAGE COARSE", "VOLTAGE FINE" поверните в крайнее правое положение, а ручки регулировки тока "CURRENT" – в крайнее левое положение. Убедившись, что вилка питания катушек электромагнита подключена к клеммам источника питания, включите его, нажав кнопку "POWER". Ток в катушках устанавливается с помощью ручек "CURRENT COARSE" (грубая настройка) и "CURRENT FINE" (точная настройка). Величина тока в амперах отображается на левом цифровом индикаторе прибора.

3. Переверните переключатель "▲" в положение "ВЧ". По стрелочному индикатору "▲" ручкой "ВЧ" установите уровень генерируемых колебаний 10 мкА. Ручку "НЧ" установите так, чтобы на экране осциллографического индикатора Ш1-9 наблюдались шумы прибора в пределах одного деления. Переключатель "▲" установите в положение "МОДУЛ". Ручкой "МОДУЛ" установите ток модуляции 10 мкА.

4. Нажимая и отжимая кнопки настройки "▼" и следя за изменениями показаний частотомера, установите частоту генератора ~ 9,8 МГц. (Шаг изменения частоты увеличивается от правых кнопок к левым). Плавно частоту можно менять ручками настройки "▼" и "▼▼". Используя калибровочный график зависимости магнитного поля от тока в катушках электромагнита (в конце описания), установите ток в катушках электромагнита, соответствующий магнитному полю в диапазоне ~ 220 ÷ 240 мТл. Плавно меняя ток вращением ручки "CURRENT FINE" источника

Только для установки 1. По другим установкам описание брать у лаборантов

питания, получите сигнал ЯМР на осциллографическом индикаторе прибора Ш1-9. Если сигнал выходит за края экрана, уменьшите его, вращая ручку "НЧ" против часовой стрелки. Ручкой "ФАЗА" добейтесь пересечения резонансных кривых. Ручками настройки "▼" и "▼▼", совместите точку пересечения резонансных кривых с риской в центре экрана. Запишите значение резонансной частоты f_0 показанию частотомера. Пронаблюдайте сигнал ЯМР на экране осциллографа.

5. Выньте датчик из пенопластового держателя и поместите на его место датчик Холла, соединенный с измерителем магнитной индукции Ш1-10. Держите сам датчик в руке так, чтобы его плоскость была перпендикулярна линиям магнитного поля, а сам он располагался примерно в том же месте, где был расположен исследуемый образец (кружок на конце холловского датчика должен быть примерно в том же месте, где располагалась область, отмеченная знаком "+" на преобразователе ЯМР с исследуемым образцом). Запишите значение магнитного поля B_0 по показанию прибора Ш1-10. Уменьшите ток в катушках электромагнита до нуля.

6. Замените датчик с образцом №3 на датчик с образцом №1 (образец – резина; ЯМР также на ядрах водорода). Получите сигнал ЯМР и проведите измерения частоты и магнитного поля, как это описано в п. 3 ÷ 5.

7. Замените датчик с образцом №1 на датчик с образцом №2 (образец – тефлон; ЯМР на ядрах фтора). Все рекомендации по получению сигнала ЯМР остаются те же, что и в п. 3 ÷ 5, за исключением того, что ручки "МОДУЛ" и "НЧ" в данном случае следует установить в крайнее правое положение. Кнопками настройка "▼" следует установить частоту генератора ~ 9,8 МГц, а ток в катушках электромагнита – соответствующий магнитному полю в диапазоне ~ 235 ÷ 255 мТл. Получите сигнал ЯМР и проведите измерения частоты и магнитного поля, как это описано в п. 3 ÷ 5.

8. Закончив измерения, вначале уменьшите ток в катушках электромагнита до нуля, а затем выключите источник питания и остальные приборы.

9. По полученным значениям частоты f_0 и магнитного поля B_0 , определите g -факторы исследуемых ядер по формуле:

$$g_y = \frac{\hbar \omega_0}{\mu_y B_0} = \frac{h f_0}{\mu_y B_0}.$$

С учетом того, что угловой момент протона определяется только его спином, рассчитайте магнитный момент протона по формуле (7):

$$\mu = g_y \mu_y I.$$

Только для установки 1. По другим установкам описание брать у лаборантов

Рассчитайте магнитный момент ядра фтора предполагая, что угловой момент внешнего протона в ядре фтора определяется только его собственным моментом (спином).

10. Сравните полученные величины g - факторов и магнитных моментов со справочными данными.

Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.V. – М.: Наука, 1983.
2. Гольдин Л.Л., Новикова Г. И. Введение в квантовую физику. – М.: Наука, 1988.
3. Ферми Э. Ядерная физика. – М.: ИЛ, 1951.
4. Ципенюк Ю.М. Квантовая микро- и макрофизика. – М.: Физматкнига, 2006.
5. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и элементарных частиц. – М.: Едиториал. УРСС, 2002.