

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФАКУЛЬТЕТ ОБЩЕЙ И ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Лабораторная работа № 6.10.4
Магнитные моменты легких ядер
установка №4

Серебренников Даниил
Группа Б02-826м

Долгопрудный, 2021 г.

Цель работы: вычислить магнитные моменты протона, дейтрона и ядра фтора на основе измерения их g -факторов методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

1 Основные формулы

Фактор Ланде:

$$g_{\text{я}} = \frac{hf_0}{\mu_{\text{я}} B_0}. \quad (*)$$

Магнитный момент ядра:

$$\mu = g_{\text{я}} \mu_{\text{я}} I. \quad (**)$$

Ядерный магнетон:

$$\mu_{\text{я}} = \frac{e\hbar}{2m_p c} \approx 5,05 \cdot 10^{-27} \text{ Дж} \cdot \text{Тл}^{-1}.$$

2 Экспериментальная установка

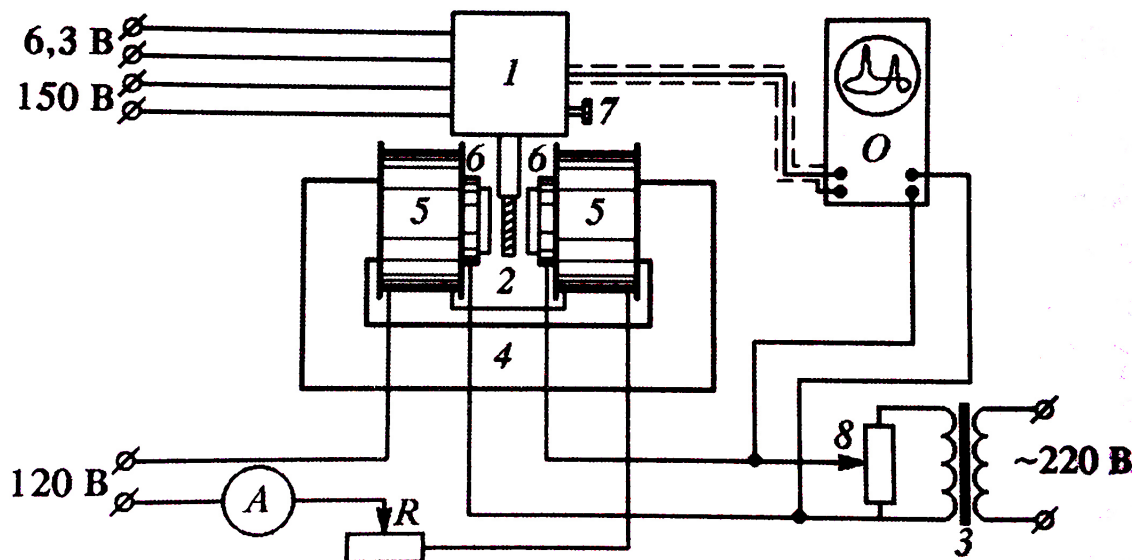


Рис. 1: Схема экспериментальной установки.

1. Генератор
2. Исследуемый образец
3. Трансформатор
4. Электромагнит
5. Катушки, питаемые постоянным током, создающее основное магнитное поле
6. Моделирующие катушки, возбуждающие дополнительное поле
7. Лимб, меняющий емкость генератора, а следовательно, и частоту генератора
8. Потенциометр, регулирующий напряжение на катушках.

3 Экспериментальные данные

1. $\sigma_{f_0} = 0,001$ МГц;
2. $\sigma_I = 0,01$ А;
3. $\sigma_{B_1} = 0,01$ мТл;
4. $\sigma_{B_2} = 1$ мТл.

Таблица 1: Результаты измерений.

	+				-			
	f_0 , МГц	I , А	B_1 , мТл	B_2 , мТл	f_0 , МГц	I , А	B_1 , мТл	B_2 , мТл
Вода	9,853	0,33	231,43	231	9,867	0,33	231,75	231
Резина	9,160	0,31	215,14	214	9,173	0,31	215,44	215
Тефлон	10,155	0,38	238,53	252	10,162	0,38	238,67	252

4 Обработка результатов

1. Вода (ядро водорода):
 - $g_{\text{я}} = 5,60 \pm 0,02$;
 - $\mu = (2,80 \pm 0,01)\mu_{\text{я}}$.
2. Резина (ядро водорода):
 - $g_{\text{я}} = 5,62 \pm 0,03$;
 - $\mu = (2,81 \pm 0,15)\mu_{\text{я}}$.
3. Тефлон (ядро фтора):
 - $g_{\text{я}} = 5,29 \pm 0,02$;
 - $\mu = (2,65 \pm 0,01)\mu_{\text{я}}$.

5 Обсуждение результатов и выводы

Методом ЯМР вычислены значения магнитных моментов ядер воды, резины и тефлона, то есть протона и ядра фтора. Табличные значения магнитных моментов в пределах ошибки совпадают с экспериментальными результатами.

Отметим, что g -фактор протона и ядра фтора близки, так как спин ядра фтора есть $1/2$ (а не $5/2$). Это обусловлено тем, что у фтора уровень $2s_{1/2}$ заполняется раньше.