

## ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС

/Установка №1/

Установка для наблюдения ядерного магнитного резонанса /ЯМР/ состоит из:

1. Источника постоянного магнитного поля - постоянный магнит
2. Источника радиочастотного поля - генератор слабых колебаний,
3. Источника переменного модулирующего поля - катушка индуктивности, находящаяся в зазоре постоянного магнита и питающаяся от звукового генератора /частота модуляции 25 герц/,
4. Цифрового частотомера (ГЗ-34) для измерения частоты генератора слабых колебаний,
5. Миллиамперметра для измерения тока, проходящего через модуляционные катушки.
6. Микроамперметра для измерения амплитуды генерации генератора слабых колебаний, что позволяет судить об относительной величине радиочастотного поля в катушке генератора слабых колебаний.
7. Источника питания генератора слабых колебаний (В5-8) от которого работает и генератор слабых колебаний в установке 2. Нормальное напряжение на выходе источника питания 25 В.

### Задание.

1. Измерение величины постоянного магнитного поля в зазоре магнита.

Для этого необходимо поместить в катушку генератора слабых колебаний образец с глицерином, убедиться в наличии генерации генератора слабых колебаний / микроамперметр должен показывать некоторый ток/, убедиться в наличии модуляции / есть отклонение стрелки миллиамперметра/ и после этого медленно вращая ручку, регулируемую частоту генератора слабых колебаний (левая ручка) вывести сигнал ЯМР на экран осциллографа. Для поиска предпочтительно иметь как можно большую амплитуду модулирующего поля и некоторое среднее значение амплитуды колебаний генератора слабых колебаний. Если сигнал имеет вид двух пиков, то их можно совместить ручкой регулировки фазы.

Чтобы измерить точнее величину постоянного магнитного поля, желательно уменьшить амплитуду модулирующего поля /чем меньше, тем лучше/, установить сигнал точно в центр развертки осциллографа / чтобы эта установка была проще, надо сделать так, чтобы развертка была симметрична относительно центра экрана/ и отсчитать значение частоты на индикаторе цифрового частотомера. Чтобы получить представление о погрешности, можно вывести сигнал с экрана осциллографа и снова установить в центр развертки, повторив эту процедуру 5-7 раз. Величина магнитного поля рассчитывается по формуле

$$B_0 = \frac{\nu_H}{\gamma_H} 2\pi \quad (1)$$

где  $\nu_H$  частота, измеренная вышеупомянутым способом /частота ЯМР протонов в глицерине/,

$\frac{\gamma_H}{2\pi} = 4257,7 \text{ Гц/Гс}$  /  $\gamma_H$  - гиромагнитное отношение для ядер водорода.

2. Измерение величины  $\frac{\gamma_F}{2\pi}$  для фтора.

Поместить в катушку генератора слабых колебаний образец, содержащий фтор (гексафтор-бензол) и повторить вышеупомянутую в п.1 процедуру. Сигнал от ядер искать

## ЯМР Установка-1

---

нужно на частоте процентов на 6 ниже частоты ЯМР протонов. Если при регулировке частоты амплитуда генерации генератора слабых колебаний уменьшается до нуля, нужно ручкой регулировки амплитуды этого генератора восстановить наличие генерации (правая

ручка). Рачёт  $\gamma_F/2\pi$  производится по формуле, аналогично (1):

$$\gamma_F/2\pi = \nu_F/B_0$$

где  $\nu_F$  - показания частотомераприусловии, что сигнал от ядер фтора находится в центре развёртки.

3. Измерение неоднородности постоянного магнитного поля.

Для сигналов ЯМР в жидкостях ширина линии ЯМР определяется неоднородностью постоянного магнитного поля. Поэтому фактически надо измерить ширину линии ЯМР. Удобнее это делать на сильном сигнале ЯМР. Поэтому для этого нужно снова использовать глицерин.

Непосредственно ширину линии ЯМР можно измерить в мм на экране осциллографа. Чтобы перевести это измерение в величину магнитного поля, надо измерить разность частот генерации генератора слабых колебаний соответствующих положению сигнала ЯМР на левом краю развертки и на правом краю. Обозначим эту разность  $\Delta\nu$ . Тогда

ширина линии вычисляется по формуле  $\Delta B = \frac{\Delta\nu}{\gamma_H} \cdot \frac{A2\pi}{c}$  где A ширина линии ЯМР в

мм, а c-величина всей развертки также в мм. При этом и ширина линии и разность частот ЯМР на левом и правом краях развертки должна производиться при одном и том же значении модулирующего поля,

4. Оценка времен спин-решеточной релаксации для глицерина и воды.

Для этого снять зависимость амплитуды сигналов ЯМР глицерина и воды от амплитуды колебаний генератора слабых колебаний и по полученным зависимостям определить у какого из образцов время спин-решеточной релаксации больше, а у какого меньше.

Внимание: уберите свои часы подальше от постоянного магнита.