

Лабораторная работа 10.1

## **Электронный парамагнитный резонанс**

Никита Сухоруков, группа 825

# 1 Цель работы

Исследовать электронный парамагнитный резонанс в молекуле дифенилпикрилгидразила  $C_{18}H_{12}N_5O_6$  (ДФПГ), определить  $g$ -фактор электрона.

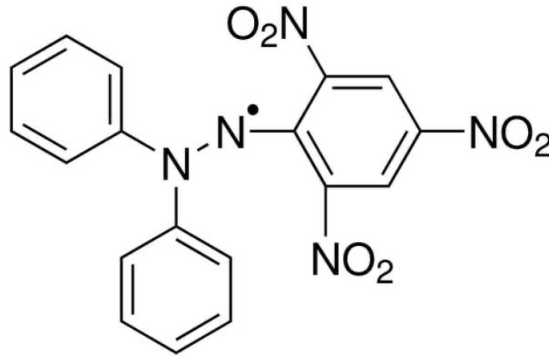


Рис. 1: Химическая структура молекулы ДФПГ.

# 2 Оборудование

Параметры катушек:

Пробная катушка -  $N=49$ ,  $d=(14.5\pm0.1)$  мм

Основная катушка -  $N=5500$ ,  $d=(0.25\pm0.01)$  м

Модуляционная катушка -  $N=1500$ ,  $d=(0.30\pm0.01)$  м

Погрешность вольтметра  $GDM-8145$ :  $\pm 0.03\% + 4$  ед. младшего разряда

Погрешность частотомера  $GFC-8010H$ :  $\pm 5(10^{-6} + 1 \text{ ед. счета})$

# 3 Измерения

Находим резонансную частоту  $f_0$  и частоту половинного сигнала  $f_{\pm 1/2}$

$$f_0 = (125.3 \pm 0.1) \text{ МГц}, \quad f_{-1/2} = (124.6 \pm 0.1) \text{ МГц}, \quad f_{+1/2} = (125.9 \pm 0.1) \text{ МГц} \quad (1)$$

Добротность

$$Q = \frac{f_0}{f_{+1/2} - f_{-1/2}} = 96 \pm 15 \quad (2)$$

$$\Delta Q = \frac{1}{f_{+1/2} - f_{-1/2}} \Delta f_0 + \frac{f_0}{(f_{+1/2} - f_{-1/2})^2} \Delta f_{-1/2} - \frac{f_0}{(f_{+1/2} - f_{-1/2})^2} \Delta f_{+1/2} = Q \left( \frac{\Delta f_0}{f_0} + \frac{\Delta f_{+1/2} + \Delta f_{-1/2}}{f_{+1/2} - f_{-1/2}} \right) \quad (3)$$

Резонанс (ЭПР)

$U_R = (93.30 \pm 0.07)$  мВ - напряжение на  $R$

$A_{\text{пол}} = (7.0 \pm 0.2)$  дел - размах резонансного пика в  $X-Y$  развертке

$A_{1/2} = (1.6 \pm 0.1)$  дел - ширина на полувысоте

$E_i = (0.90 \pm 0.04)$  мВ - ЭДС на пробной катушке поднесенной к образцу

$$B_{\text{мод}} = \frac{2\sqrt{2}E_i}{\pi^2 d^2 N_{\text{проб}} \nu} = (0.50 \pm 0.03) \text{ мТл}, \quad \nu = 50 \text{ Гц} \quad (4)$$

$$\varepsilon(B_{\text{мод}}) = 2\varepsilon(d) + \varepsilon(E_i) = \frac{2 \cdot 0.1}{14.5} + \frac{0.04}{0.90} = 0.058 \quad (5)$$

$$\Delta B = \frac{A_{1/2}}{A_{\text{пол}}} B_{\text{мод}} = (0.11 \pm 0.02) \text{ мТл} \quad (6)$$

$$\varepsilon(\Delta B) = \varepsilon(B_{\text{мод}}) + \varepsilon(A_{1/2}) + \varepsilon(A_{\text{пол}}) = 0.058 + \frac{0.1}{1.6} + \frac{0.2}{7.0} = 0.15 \quad (7)$$

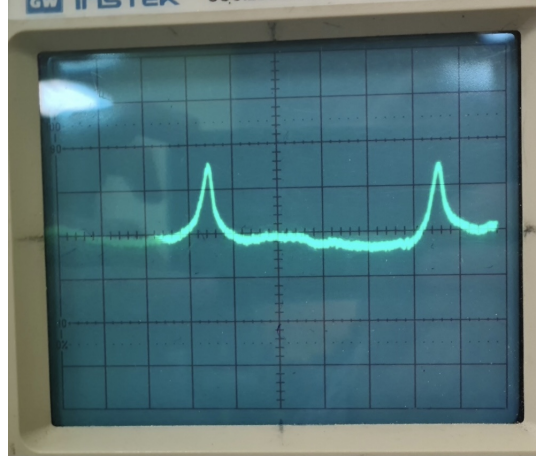


Рис. 2: Осциллограмма сигнала поглощения.

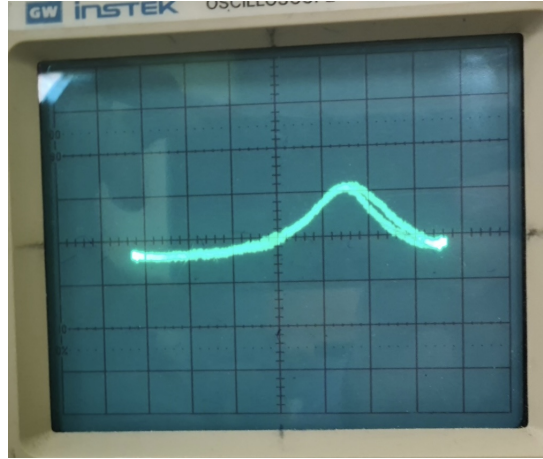


Рис. 3: Форма линии поглощения в режиме XY-развёртки при практически точной настройке.

$V_r$ , мВ	$V_+$ , мВ	$V_-$ , мВ	$\Delta V_r$ , мВ	$\Delta V_+$ , мВ	$\Delta V_-$ , мВ
3.52	0.42	0.46	0.04	0.04	0.04
5.35	0.61	0.69	0.04	0.04	0.04
7.14	0.83	0.87	0.04	0.04	0.04
8.90	1.06	1.08	0.04	0.04	0.04
10.53	1.25	1.26	0.04	0.04	0.04

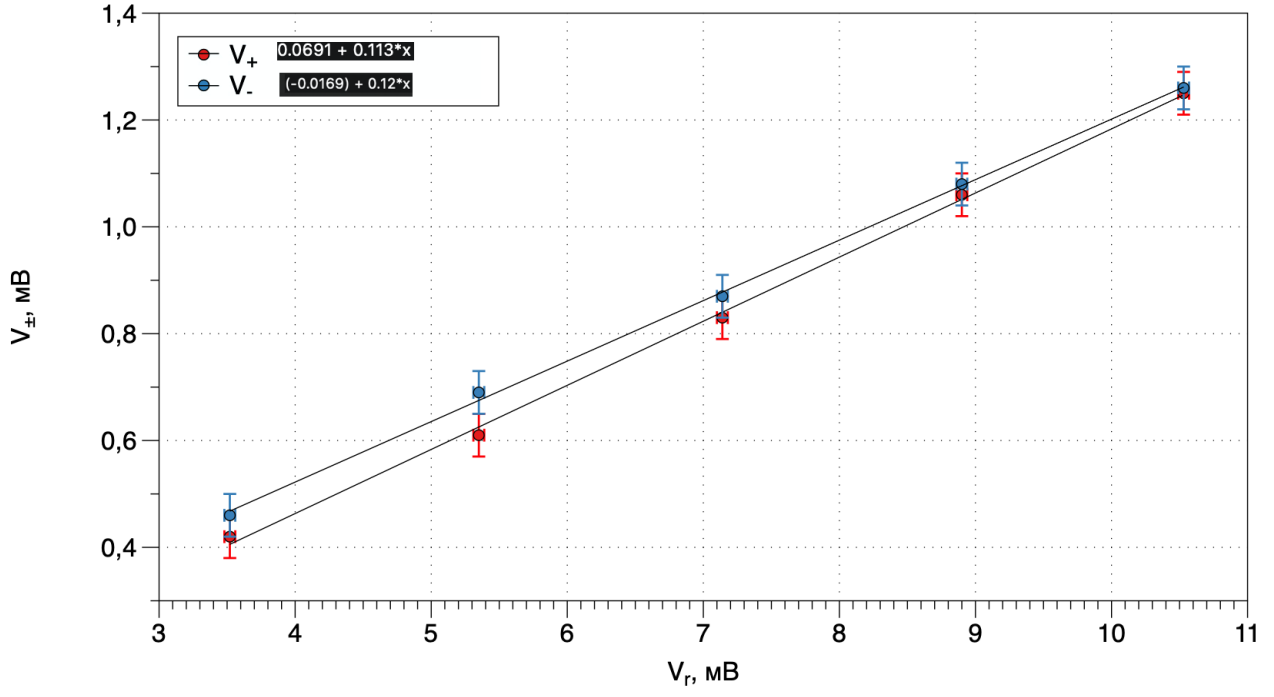
$$k_{min}^+ = 0.107, \quad k_{max}^+ = 0.130, \quad k_{min}^- = 0.103, \quad k_{max}^- = 0.126 \quad (8)$$

Из графика  $k_{middle} = 0.116 \pm 0.012$

Поле резонансного поглощения

$$B_0 = \frac{4kU_R}{\pi\omega d^2 N_{\text{проб}}} = (4.3 \pm 0.5) \text{ мТл} \quad (9)$$

$$g = \frac{hf_0}{\mu_B B_0} = (2.08 \pm 0.25) \quad (10)$$



$$\varepsilon(B_0) = \varepsilon(k) + \varepsilon(U_R) + 2\varepsilon(d) = 0.12 \quad (11)$$

$$\varepsilon(g) = \varepsilon(f_0) + \varepsilon(B_0) = 0.12 \quad (12)$$

## 4 Вывод

Табличное значение  $g$ -фактора  $g_{theor}=2.0036$ , что хорошо сходится с нашим значением  $g_{exp} = (2.08 \pm 0.25)$ . Резонанс возникал при  $B_0 = (4.3 \pm 0.5)$  мТл. Полуширина на полувысоте линии резонансного поглощения  $\Delta B = (0.11 \pm 0.02)$  мТл.