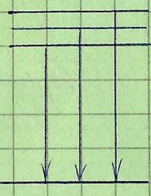
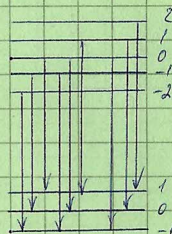
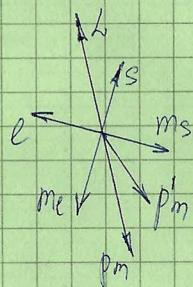


$l=1$  $l=2$  $l=0$  $l=1$ 

$$\Delta E = g \cdot \Delta E_0$$

$$g_B = 1$$

$$g_S = 2$$

$$g_j \approx 2$$

Аномальный эффект Зеемана (больше 3 линий на спектре)

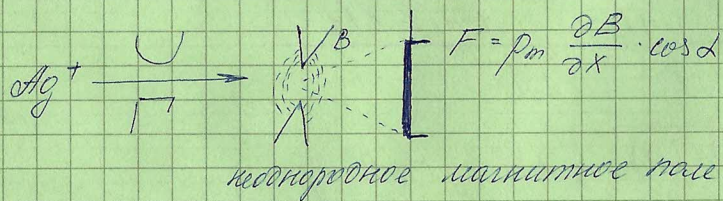
Наблюдается для очень сильных магнитных полей.

$$\Delta W = g_B \mu_B H_z + g_S \mu_B H_z$$

магнетон Бора

Ландау - Ландау

3) Опыт Штерна - Герлаха



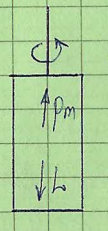
неоднородное магнитное поле.

$$m_j = \pm 1$$

$$P_n = g \cdot \mu_B \cdot m_j$$

магнетон Бора

2) Опыт Эйнштейна - Де Хааза



помещаем в магнитное поле  $\Rightarrow$  орбит. момент  $\neq 0$ , возникает вращение.

$$\mu_m = \gamma S = \frac{e}{T} \cdot \pi r^2 = \frac{e \cdot \omega \cdot \pi \cdot r^2}{2\pi} = \frac{e \omega r^2}{2}$$

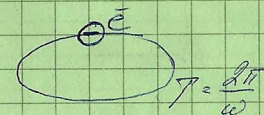
$$L = m \cdot \omega \cdot r^2$$

$$\frac{\mu_m}{L} = \frac{e}{2m}$$

гиромагнитное отношение

Эксперимент:

$$\left[ \frac{\mu_m}{L} = \frac{e}{m} \right]$$

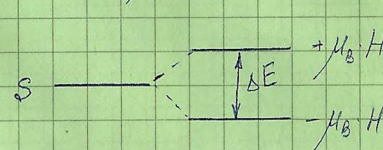


$e$  - н обладает собств. спином.

Опыт Баристта: при вращении болванки возникает и.п., т.к. происходит выстраивание магнитных моментов.

О. Баристта обратный опыту Эйнштейна - Де Хааза.

Ядерный гиромагнитный резонанс.

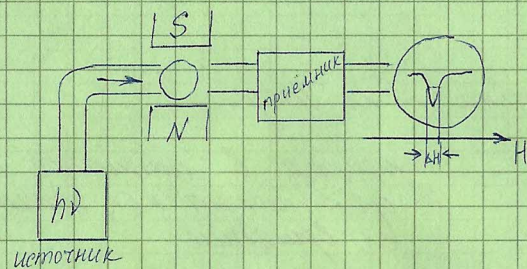


$$s = \frac{1}{2}$$

$$g = 2.$$

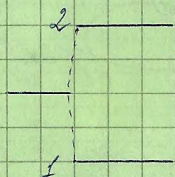


$$h\nu = \Delta E = 2\mu_B \cdot H$$



СВЧ-диапазон ( $\lambda = 3,2 \text{ см}$ )  $\Rightarrow$  очень трудно сделать генератор.

Меняем не частоту, а величину напряженности магнитного поля.



заселенность  $2^{2020}$  уровней будет больше, чем  $10^{10}$ .

$$n_2 = n_1 e^{-\frac{2\mu_B \cdot H}{kT}}$$

$n_2 > n_1$  при охлаждении

Нужно измерить g-фактор (определяет вид магнитного взаимодействия)  $\Rightarrow$  определяет характер взаимодействия.

$T_1, T_2 \leftarrow$  время спин-решеточной релаксации.

↑  
время спин-спиновой релаксации

$\Delta H$  (полусигнал)

$$\begin{aligned} g_s &= 2 \\ g_p &= 1 \\ g_f &\geq 2 \end{aligned}$$

Время релаксации зависит от времени релаксации.

$$\Delta H = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}$$

1. Информация о локализации  $e^-$ -но.
2. Информация об электронной плотности
3. Конфигурации орбиталей.
4. Взаимодействие с фононами решетки
5. Можно судить о кинетике реакции (радикалы)
6. Можно определить тип некоторых вив-в (взрывчатка).

Ядерный магнитный резонанс.

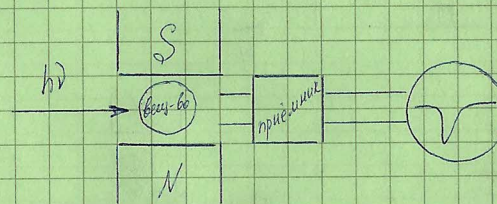
В ЭПР:  $\lambda = 3,2 \text{ см} \Rightarrow \nu \sim 10^{10} \text{ Гц}$

$$\hbar\omega = g\mu_B \cdot H \cdot \sqrt{I(I+1)}$$

$$\mu_{B,0} = \frac{e}{2m_0}$$

ядерный магнетон Бора

$$\nu \sim 10^6 - 10^7 \text{ Гц}$$

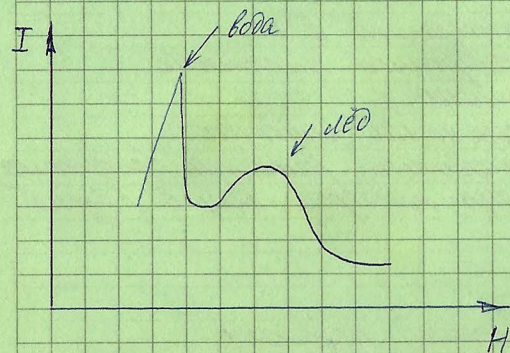


$H = H_0 + H_{\text{локальное}}$ ; необходимо сверхстабилизированное магнитное поле  
поля, окружающие ядро



## Краткое ЗМР:

- 1) ЗМР тонких линий (жидкости, газы);  $H \sim 6-7 \text{ kG}$
- 2) ЗМР широких линий (твёрдые тела)

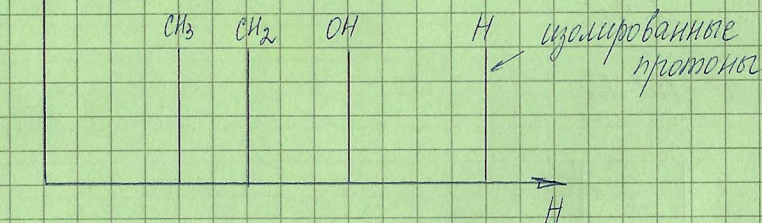


изучение структур  
по широким линиям  
методом ЗМР.

Орг. химия: определение структур веществ.

Пример: CH3CH2OH

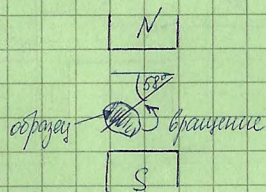
схема спектра



$^{12}\text{C}$

$^{13}\text{C}$

0,1%



метод ЧО

\*  $58^\circ$  - "магический  
угол"

Тарселл, Траунс, Блюх

$\mu > 1$  в ферромагнетиках



Домены