

Q0. $I_z (= \sigma_0)$ は、図0のパルス系列 $(90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t - 90^\circ_y) : I (t - 180^\circ_x - t - 90^\circ_x) : S$ でどのように変換されるか？またI核とS核で、それぞれどのようなスペクトルが観測されるか？I核およびS核の共鳴周波数を ω_I および ω_S 、I核とS核のJ値をJ、 $t = 1/4J$ とする。

Q1. $I_z (= \sigma_0)$ は、図1のパルス系列 $(90^\circ_y - t - 180^\circ_x - t - 90^\circ_x) : I (t - 180^\circ_x - t - 90^\circ_x) : S$ でどのように変換されるか？またI核とS核で、それぞれどのようなスペクトルが観測されるか？I核およびS核の共鳴周波数を ω_I および ω_S 、I核とS核のJ値をJ、 $t = 1/4J$ とする。

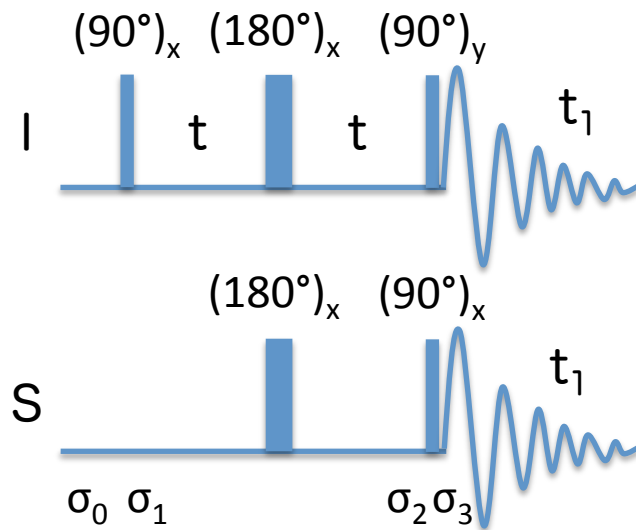


図0

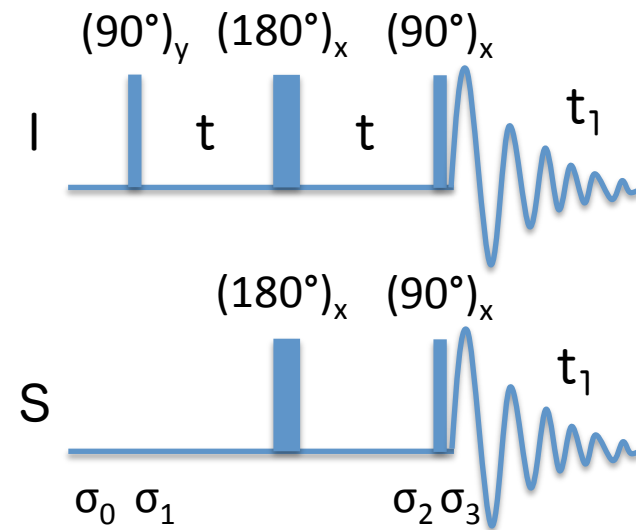


図1

Q2. $2I_z S_y \cos \omega_S t_1 (= \sigma_4)$ は、図2のパルス系列 $(90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t) : I (90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t) : S$ でどのように変換されるか？また、どのようなスペクトルが観測されるか？I核およびS核の共鳴周波数を ω_I および ω_S 、I核とS核のJ値を J、 $t = 1/4J$ とする。

Q3. $-2I_z S_x \sin \omega_S t_1 (= \sigma_4)$ は、図2のパルス系列 $(90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t) : I (90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t) : S$ でどのように変換されるか？また、どのようなスペクトルが観測されるか？I核およびS核の共鳴周波数を ω_I および ω_S 、I核とS核のJ値を J、 $t = 1/4J$ とする。

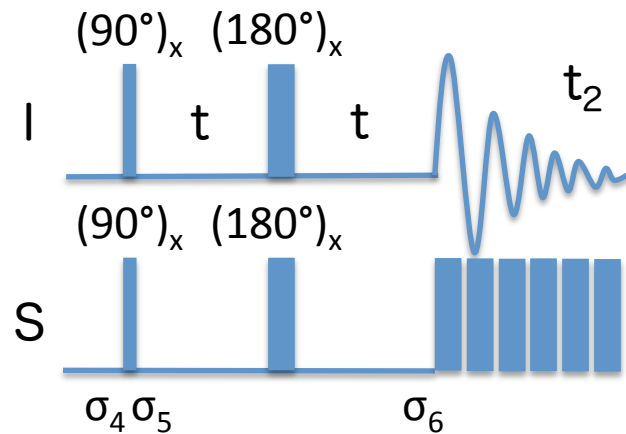
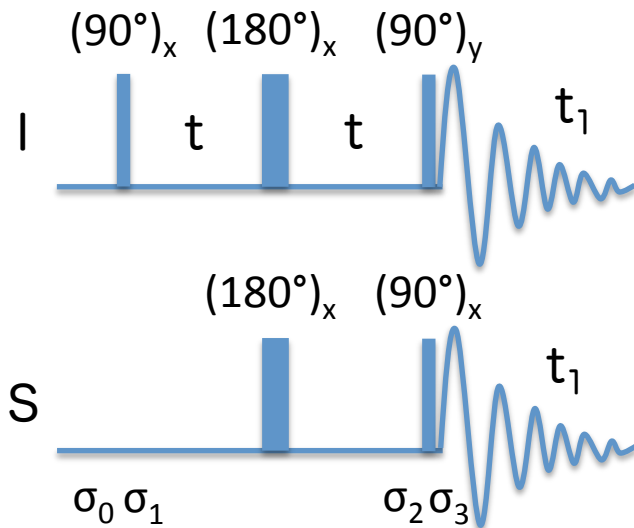


図2

Q0. $I_z (= \sigma_0)$ は、図0のパルス系列 $(90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t - 90^\circ_y) : I (t - 180^\circ_x - t - 90^\circ_x) : S$ でどのように変換されるか？またI核とS核で、それぞれどのようなスペクトルが観測されるか？I核およびS核の共鳴周波数を ω_I および ω_S 、I核とS核のJ値をJ、 $t = 1/4J$ とする。



A0. $\sigma_1 = -I_y$
 $\sigma_2 = -2I_x S_z$
 $\sigma_3 = -2I_z S_y$

t_1 期で検出 \rightarrow $-2I_z S_y \cos \omega_S t_1 \cos \pi J t_1$
 $+ S_x \cos \omega_S t_1 \sin \pi J t_1$
 $+ 2I_z S_x \sin \omega_S t_1 \cos \pi J t_1$
 $+ S_y \sin \omega_S t_1 \sin \pi J t_1$

図0 I_x と I_y の項が無い \rightarrow I核は検出されない
 S_x と S_y の項 \rightarrow S核は検出される

S_x の係数 = S核を位相 0° (x 軸) で検出したときの磁化 M_x
 S_y の係数 = S核を位相 0° (y 軸) で検出したときの磁化 M_y

A0. (続き)

位相 0° (x 軸) で検出

$$+ \cos \omega_S t_1 \sin \pi J t_1$$

$$= \frac{1}{2} \{ \sin(\omega_S + \pi J)t_1 - \sin(\omega_S - \pi J)t_1 \}$$

(正) 分散波形、anti-phase (図0'左)

位相 90° (y 軸) で検出

$$+ \sin \omega_S t_1 \sin \pi J t_1$$

$$= \frac{1}{2} \{ -\cos(\omega_S + \pi J)t_1 + \cos(\omega_S - \pi J)t_1 \}$$

(負) 吸収波形、anti-phase (図0'右)

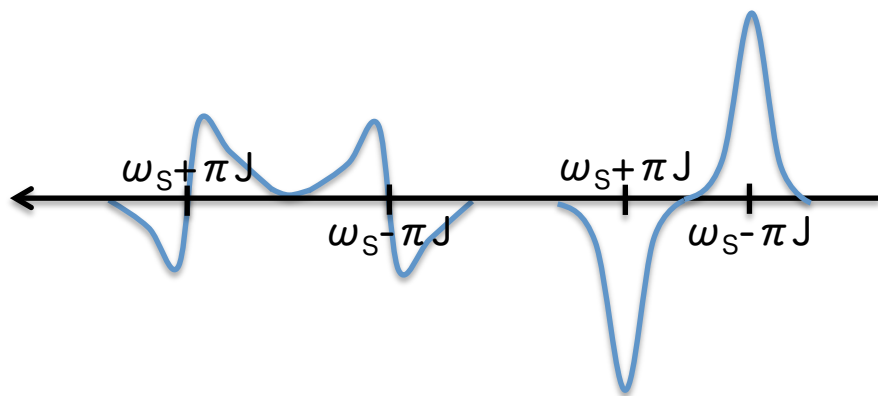


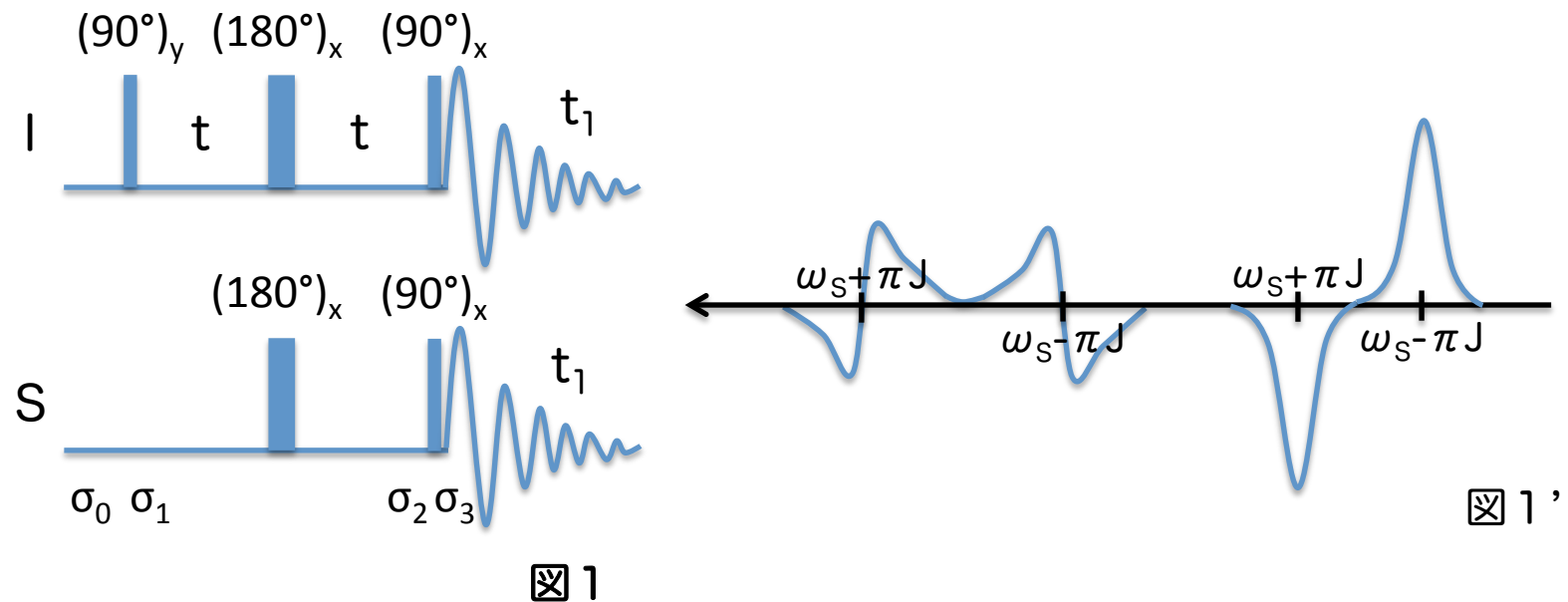
図0'

積和の公式から導いた2項
 = J結合で分裂したピーク

強度が異符号 = anti-phase
 強度が同符号 = in-phase

cos = 吸収波形
 sin = 分散波形

Q1. $I_z (= \sigma_0)$ は、図1のパルス系列 $(90^\circ_y - t - 180^\circ_x - t - 90^\circ_x) : I (t - 180^\circ_x - t - 90^\circ_x) : S$ でどのように変換されるか？またI核とS核で、それぞれどのようなスペクトルが観測されるか？I核およびS核の共鳴周波数を ω_I および ω_S 、I核とS核のJ値をJ、 $t = 1/4J$ とする。



A1.
$$\begin{aligned} \sigma_1 &= I_x \\ \sigma_2 &= 2I_y S_z \\ \sigma_3 &= -2I_z S_y \end{aligned}$$

以下、A0と同じ。

Q2. $2I_z S_y \cos \omega_S t_1 (= \sigma_4)$ は、図2のパルス系列 $(90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t) : I (90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t) : S$ でどのように変換されるか？また、どのようなスペクトルが観測されるか？I核およびS核の共鳴周波数を ω_I および ω_S 、I核とS核のJ値を J 、 $t = 1/4J$ とする。

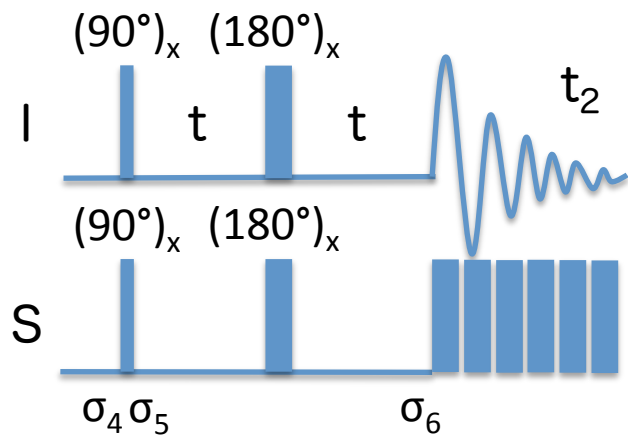


図2

A2. $\sigma_4 = 2I_z S_y \cos \omega_S t_1$
 $\sigma_5 = -2I_y S_z \cos \omega_S t_1$
 $\sigma_6 = I_x \cos \omega_S t_1$

t_2 期で検出

$\rightarrow (I_x \cos \omega_I t_2 + I_y \sin \omega_I t_2) \cos \omega_S t_1$

位相 0° (x 軸) で検出

$+ \cos \omega_I t_2 \cos \omega_S t_1$
 (正) 吸収波形 (図2'左)

位相 90° (y 軸) で検出

$+ \sin \omega_I t_2 \cos \omega_S t_1$
 (正) 分散波形 (図2'右)



図2'

それぞれピーク強度が $\cos \omega_S t_1$ で変調されている

$\rightarrow t_1$ 期はS核の周波数

Q3. $-2I_z S_x \sin \omega_S t_1 (= \sigma_4)$ は、図2のパルス系列 $(90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t) : I (90^\circ_x - t - 180^\circ_x - t) : S$ でどのように変換されるか？また、どのようなスペクトルが観測されるか？I核およびS核の共鳴周波数を ω_I および ω_S 、I核とS核のJ値を J 、 $t = 1/4J$ とする。

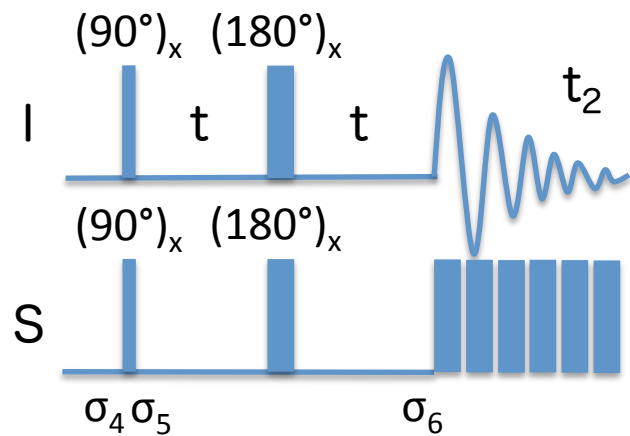


図2

図2”

A3. $\sigma_6 = 2I_y S_x \sin \omega_S t_1$

t_2 期で検出 $\rightarrow 2(I_y \cos \omega_I t_2 - I_x \sin \omega_I t_2) S_x \sin \omega_S t_1$

位相 0° (x 軸) で検出 \times

位相 90° (y 軸) で検出 \times

多量子項なので何も検出されない (図2”)