

# Przykłady zastosowań spektroskopii MAS NMR ciała stałego

# Interpretacja wyników badań NMR

## $^{29}\text{Si}$ MAS NMR

$\text{Si}^{+4}$  w koordynacji oktaedrycznej od -190 do -215 ppm

$\text{Si}^{+4}$  w koordynacji tetraedrycznej od -70 do -110 ppm

$\text{Si}(\text{Q}_4)$  – ok. -100 do -120 ppm

$\text{Si}(\text{Q}_3)$  – ok. -85 do -87 ppm

$\text{Si}(\text{Q}_2)$  ok. -75 do -80 ppm

$\text{Si}(\text{Q}_1)$  ok. -68 do -71 ppm

$\text{Si}(\text{Q}_0)$  ok. -65 ppm

# Interpretacja wyników badań NMR

## $^{27}\text{Al}$ MAS NMR

$\text{Al}^{+3}$  w koordynacji oktaedrycznej ok. +10 ppm

$\text{Al}^{+3}$  w koordynacji tetraedrycznej ok. +60 do +50 ppm

# Interpretacja wyników badań NMR

## $^{31}\text{P}$ MAS NMR

$\text{P}(\text{Q}_4)$  ok. -21 do -35 ppm

$\text{P}(\text{Q}_3)$  ok. -15 do 26 ppm

$\text{P}(\text{Q}_2)$  ok. -6 do -14 ppm

$\text{P}(\text{Q}_1)$  ok. +5 ppm

# Interpretacja wyników badań NMR

$^{23}\text{Na}$  MAS NMR

Koordinacja jonów sodu

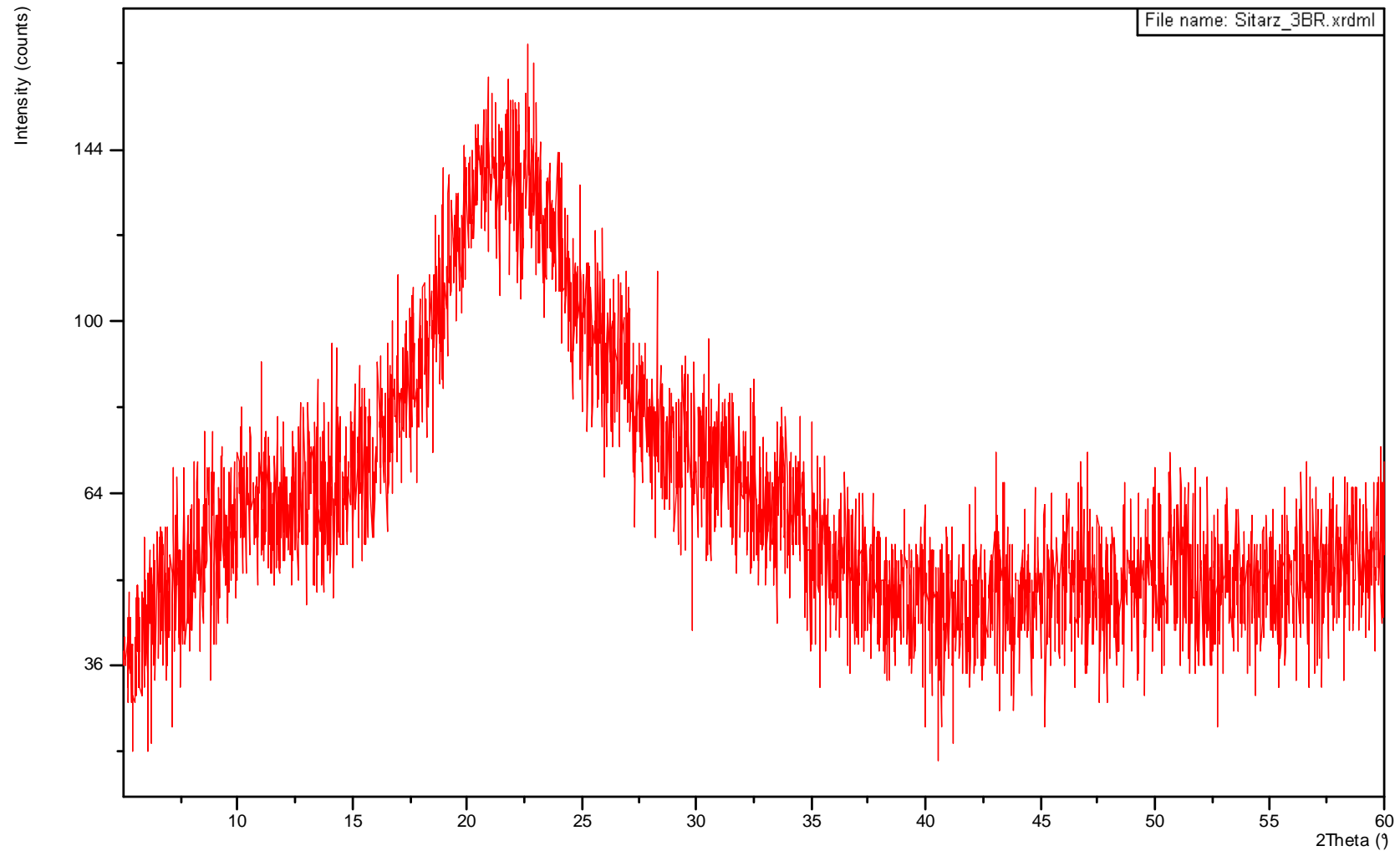
# Interpretacja wyników badań NMR

**Przeprowadzić analizę struktury materiałów krzemianowo-fosforanowych**

Seria Na	Układ $\text{NaCaPO}_4\text{-SiO}_2$	Seria AlNa	Układ $\text{NaCaPO}_4\text{-SiO}_2\text{-AlPO}_4$
1Na	90% $\text{SiO}_2$ · 10% $\text{NaCaPO}_4$	1AlNa	90% $\text{SiO}_2$ · 5% $\text{NaCaPO}_4$ · 5% $\text{AlPO}_4$
2Na	80% $\text{SiO}_2$ · 20% $\text{NaCaPO}_4$	2AlNa	80% $\text{SiO}_2$ · 15% $\text{NaCaPO}_4$ · 5% $\text{AlPO}_4$
3Na	70% $\text{SiO}_2$ · 30% $\text{NaCaPO}_4$	3AlNa	70% $\text{SiO}_2$ · 25% $\text{NaCaPO}_4$ · 5% $\text{AlPO}_4$
4Na	60% $\text{SiO}_2$ · 40% $\text{NaCaPO}_4$	4AlNa	60% $\text{SiO}_2$ · 35% $\text{NaCaPO}_4$ · 5% $\text{AlPO}_4$
5Na	50% $\text{SiO}_2$ · 50% $\text{NaCaPO}_4$	5AlNa	50% $\text{SiO}_2$ · 45% $\text{NaCaPO}_4$ · 5% $\text{AlPO}_4$

# Interpretacja wyników badań NMR

## Badania rentgenograficzne - XRD

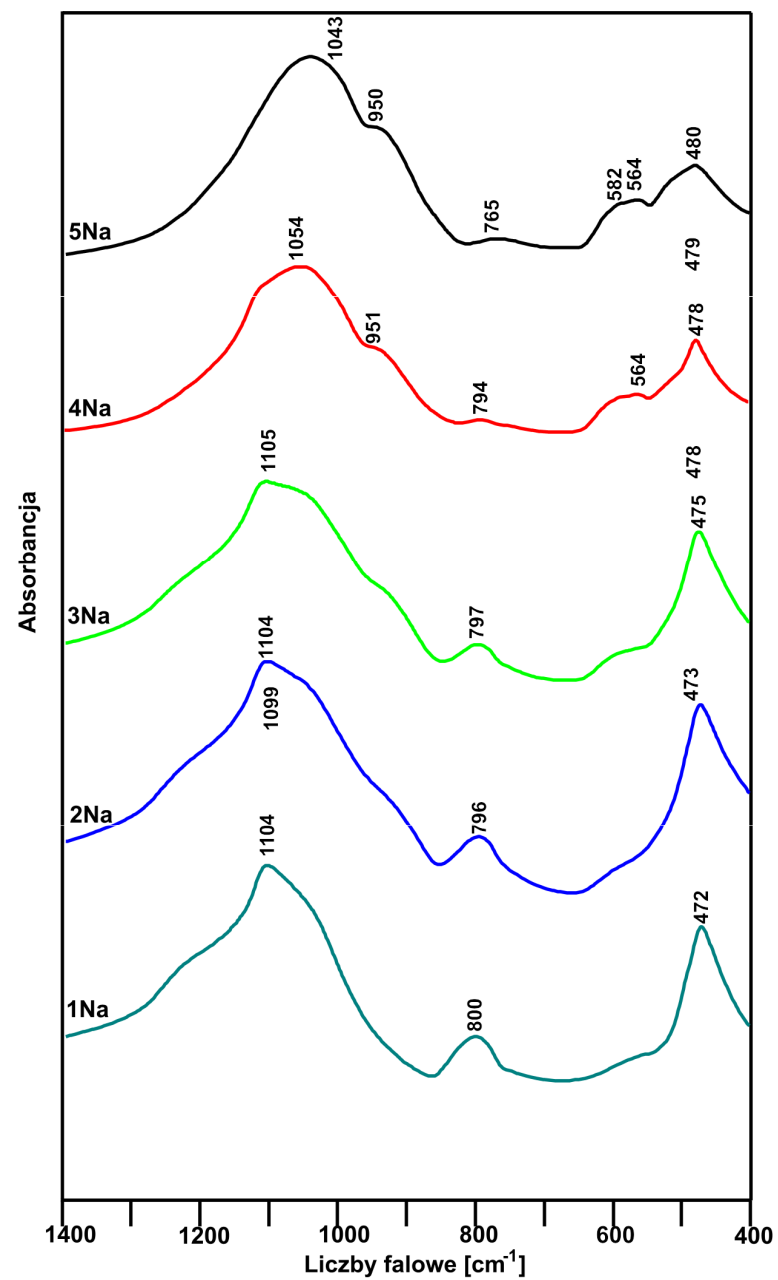


# Interpretacja wyników badań NMR

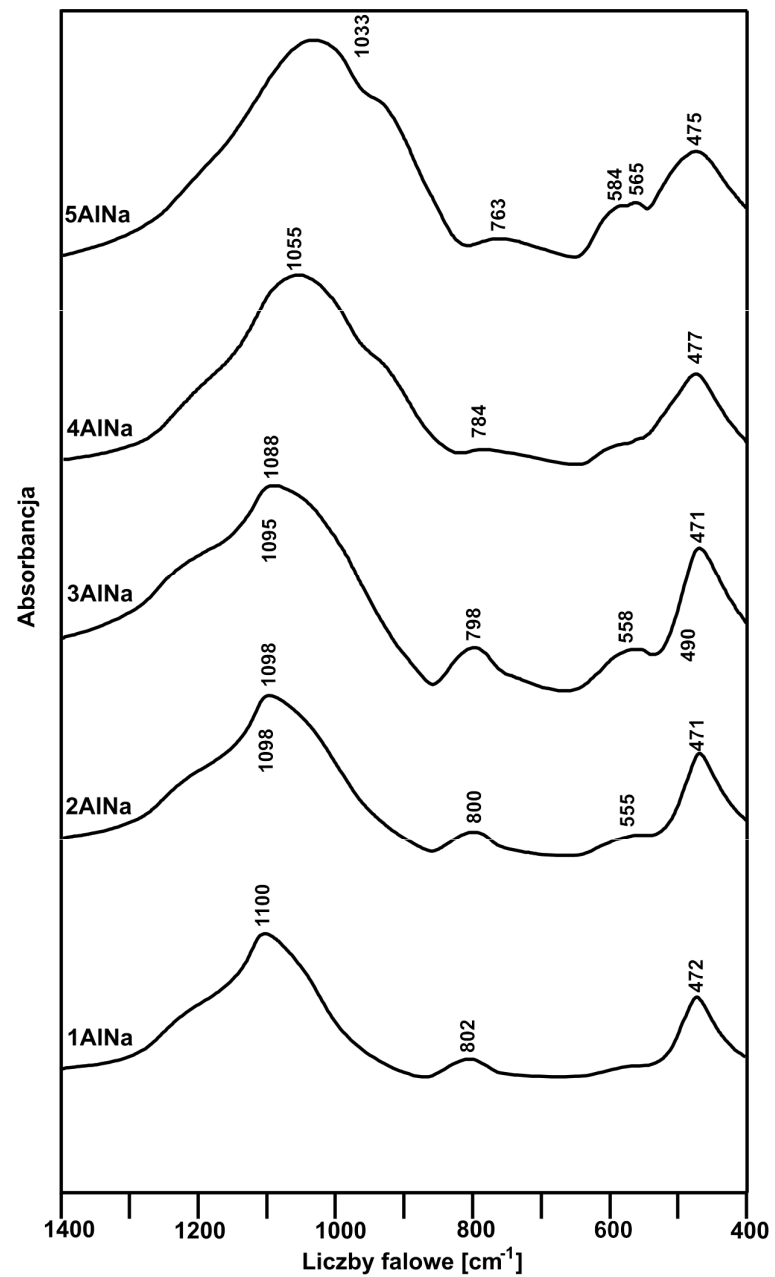
Badania spektroskopowe w zakresie środkowej podczerwieni (MIR) i ramanowskie



# Interpretacja wyników badań NMR

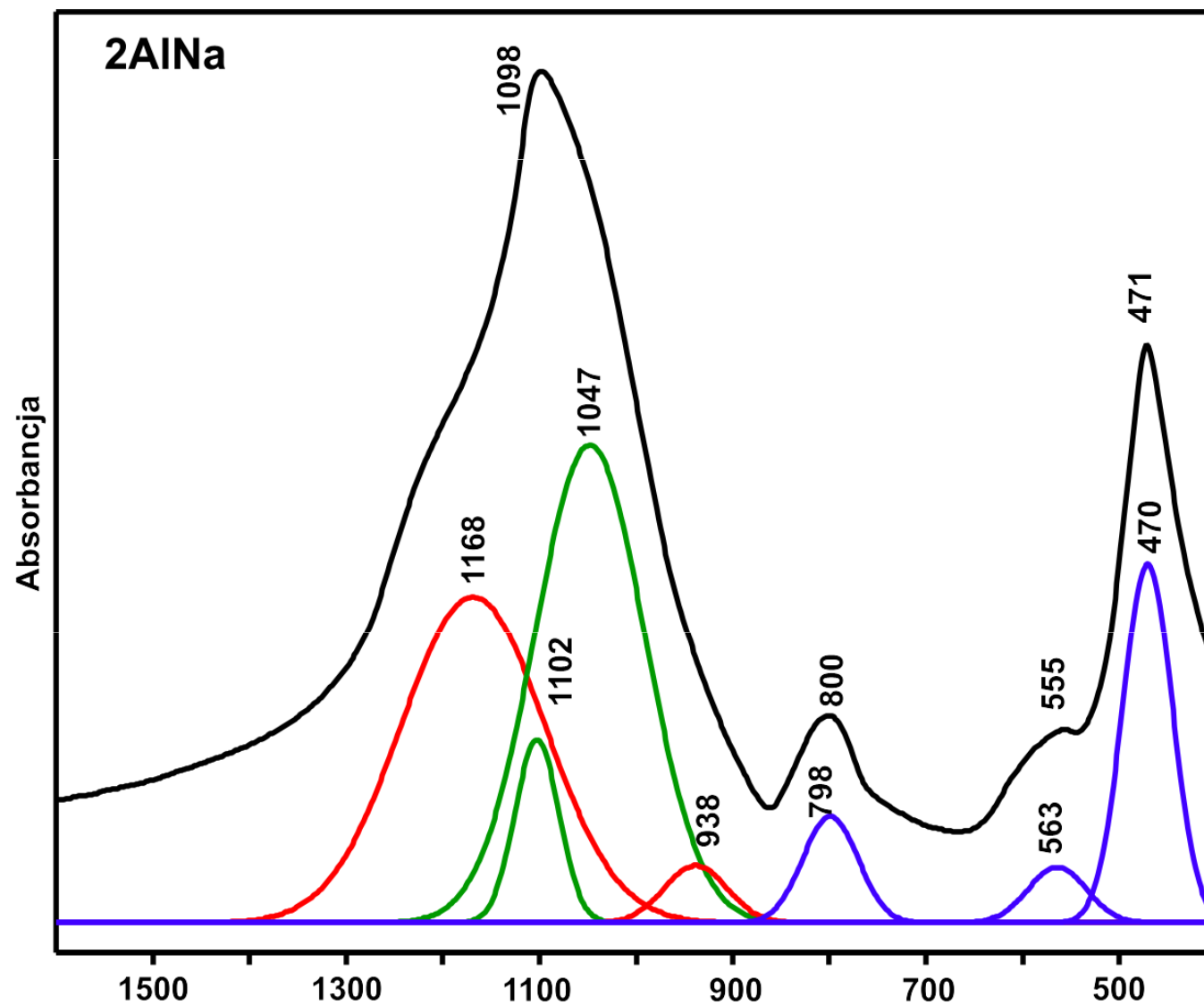


# Interpretacja wyników badań NMR



# Interpretacja wyników badań NMR

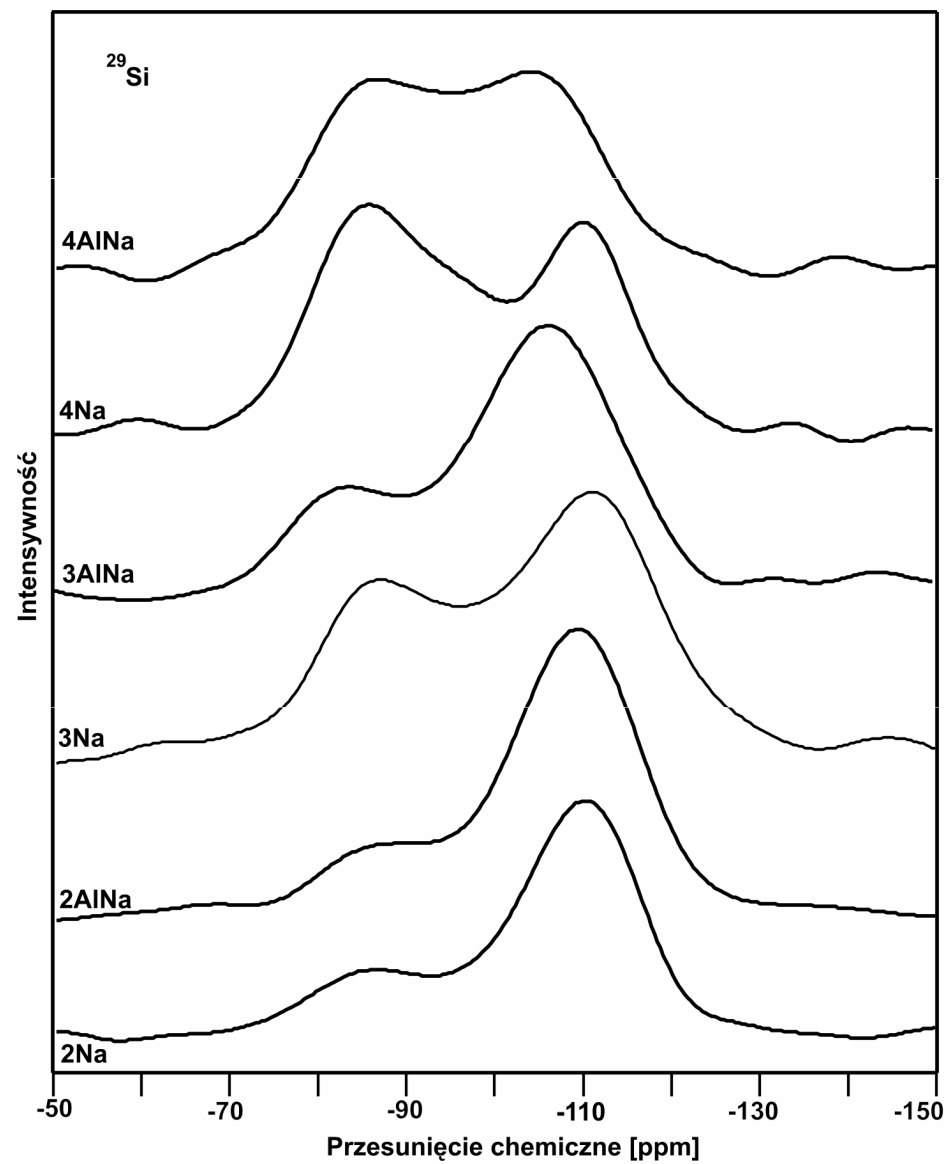
Si-O  
Al-O  
P-O



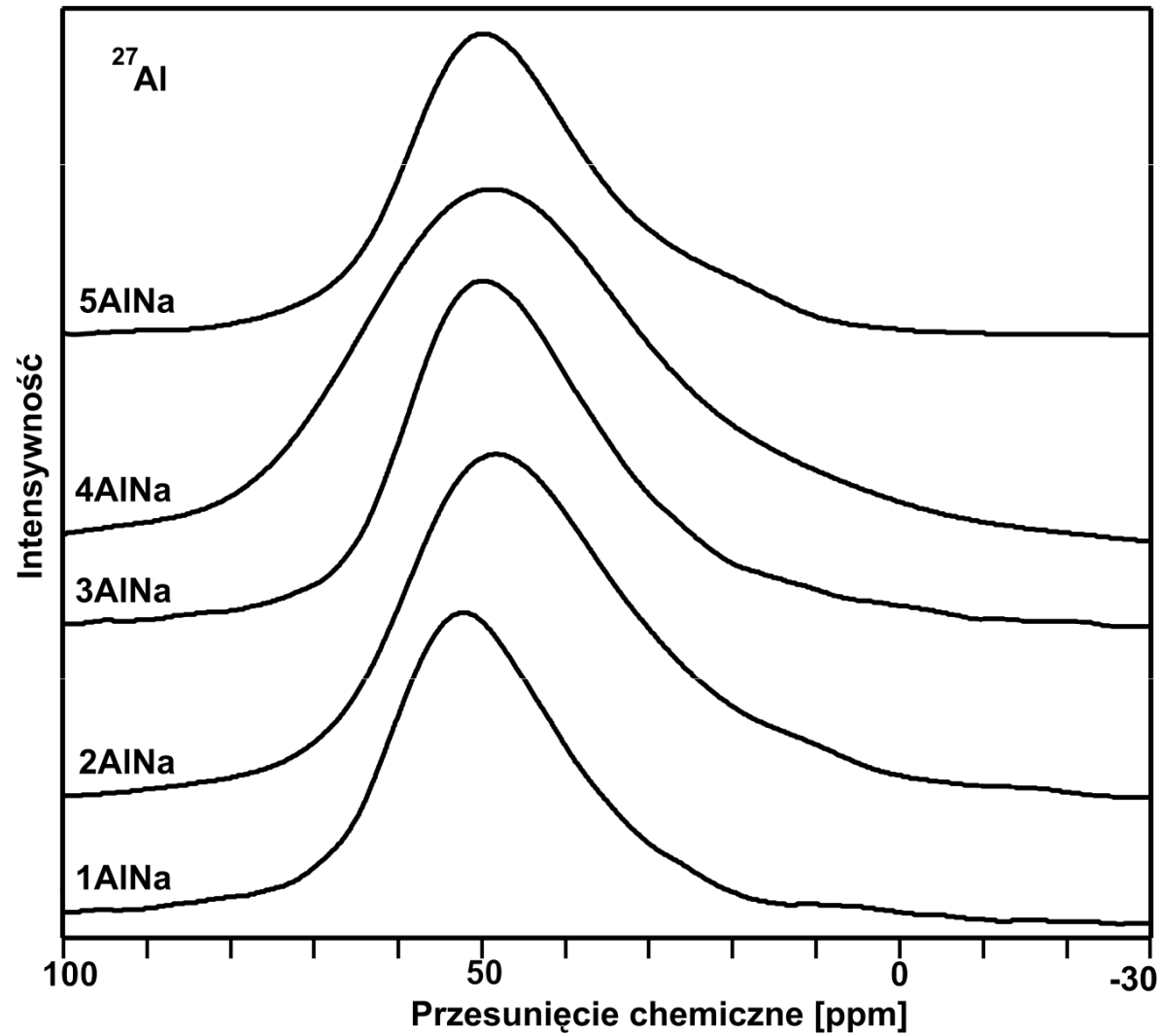
# Interpretacja wyników badań NMR

Badania MAS NMR dla jąder  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{27}\text{Al}$ ,  $^{31}\text{P}$  i  $^{23}\text{Na}$

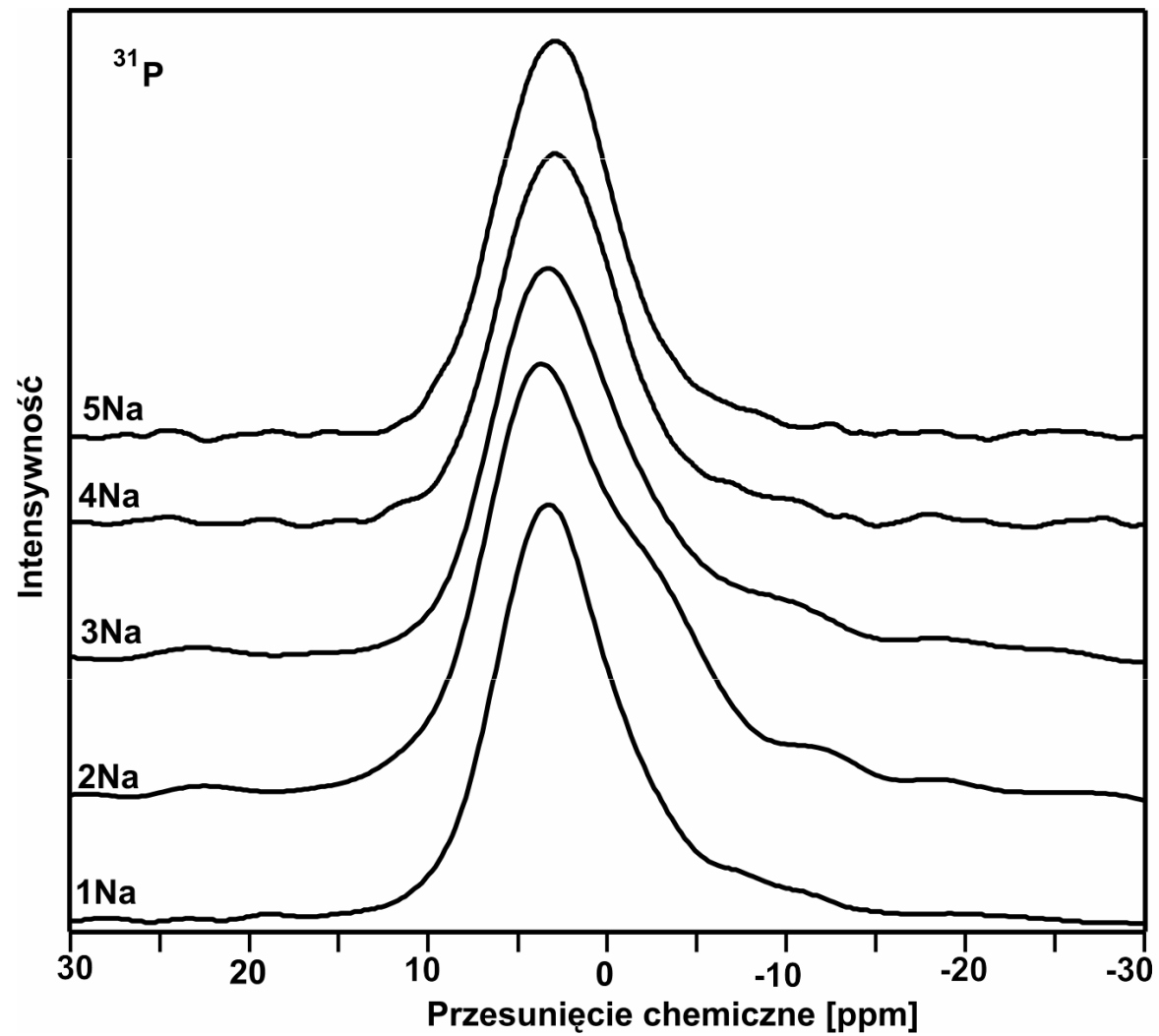
# $^{29}\text{Si}$ MAS NMR



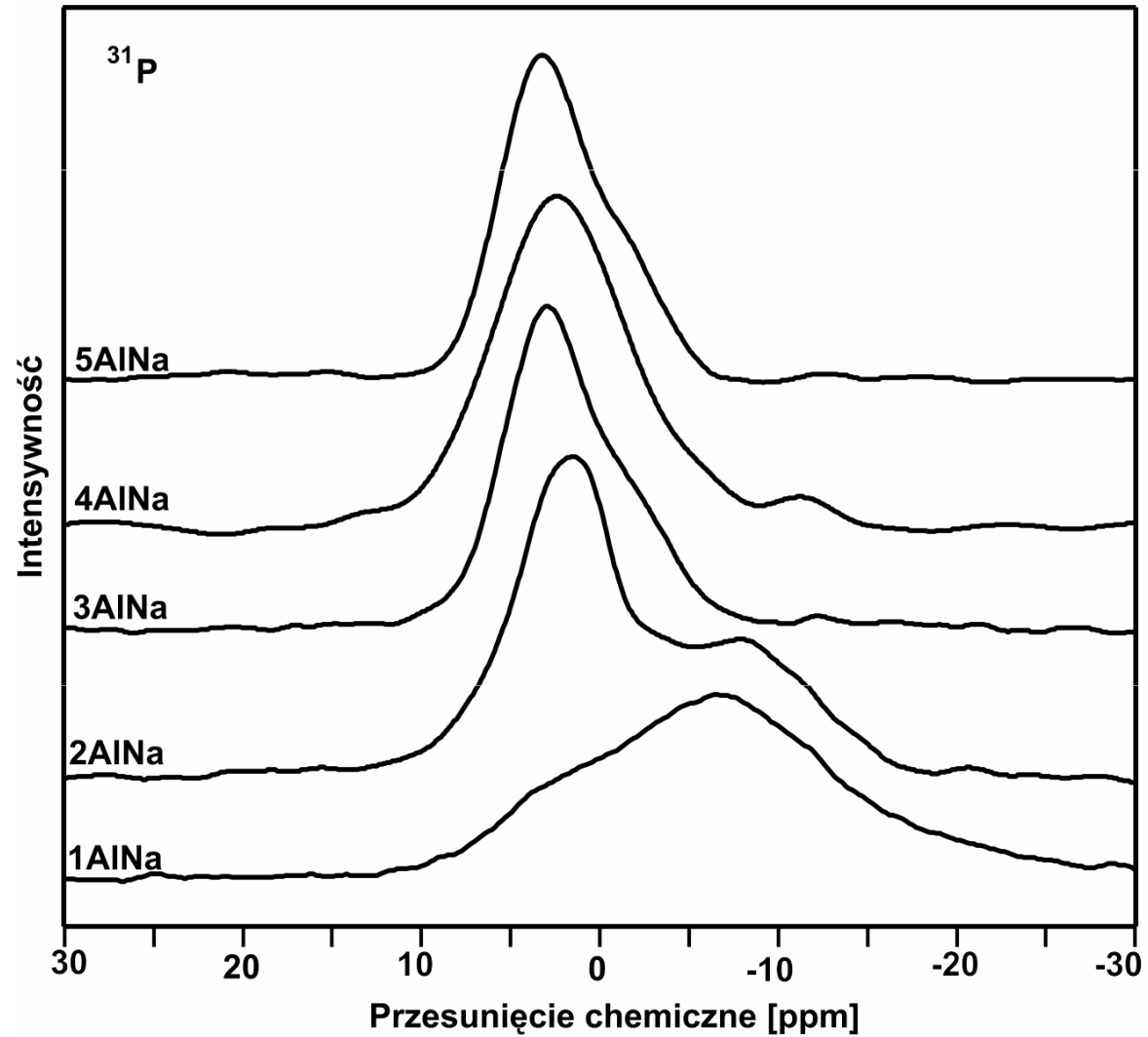
# $^{27}\text{Al}$ MAS NMR



# $^{31}\text{P}$ MAS NMR

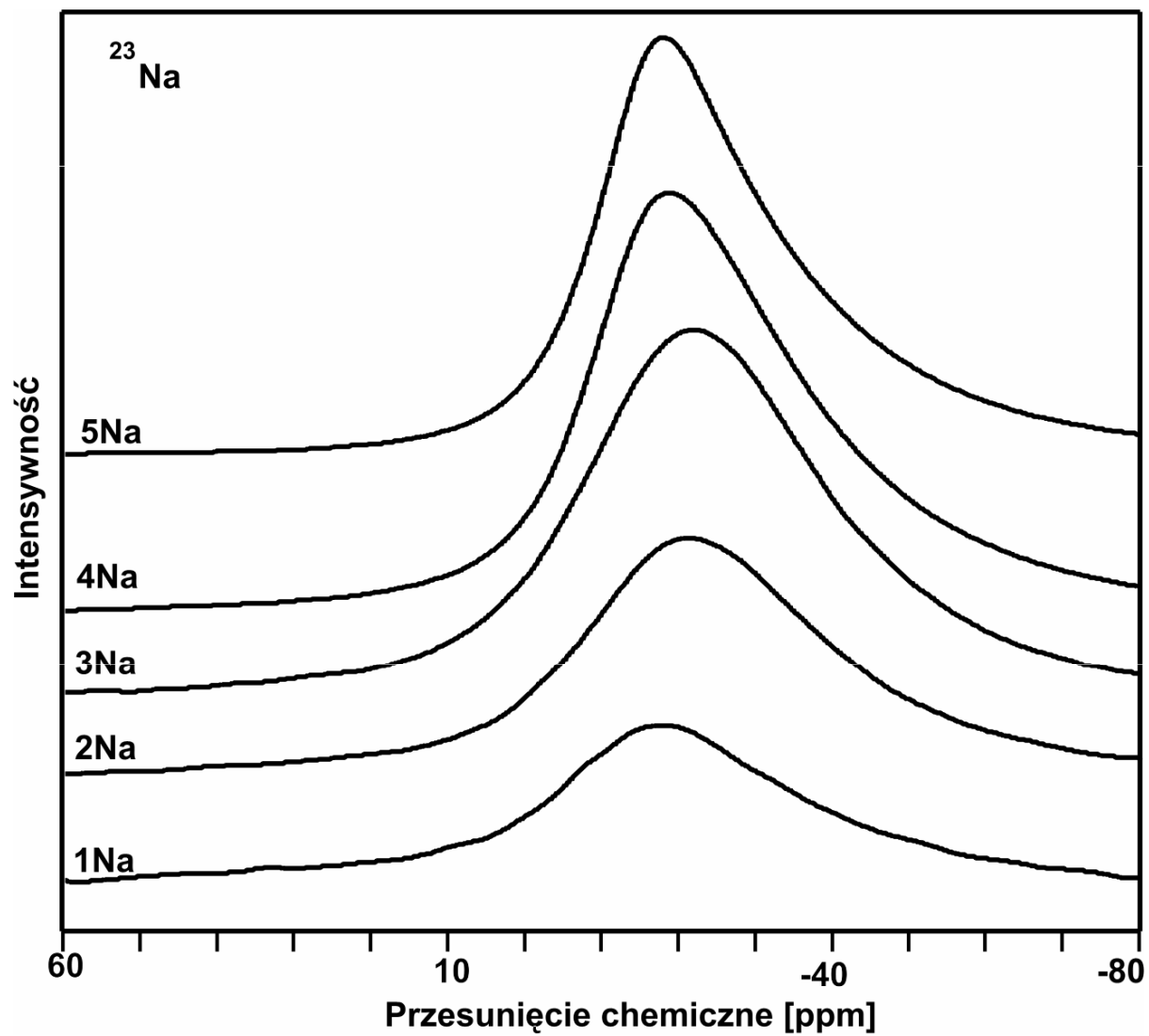


# $^{31}\text{P}$ MAS NMR

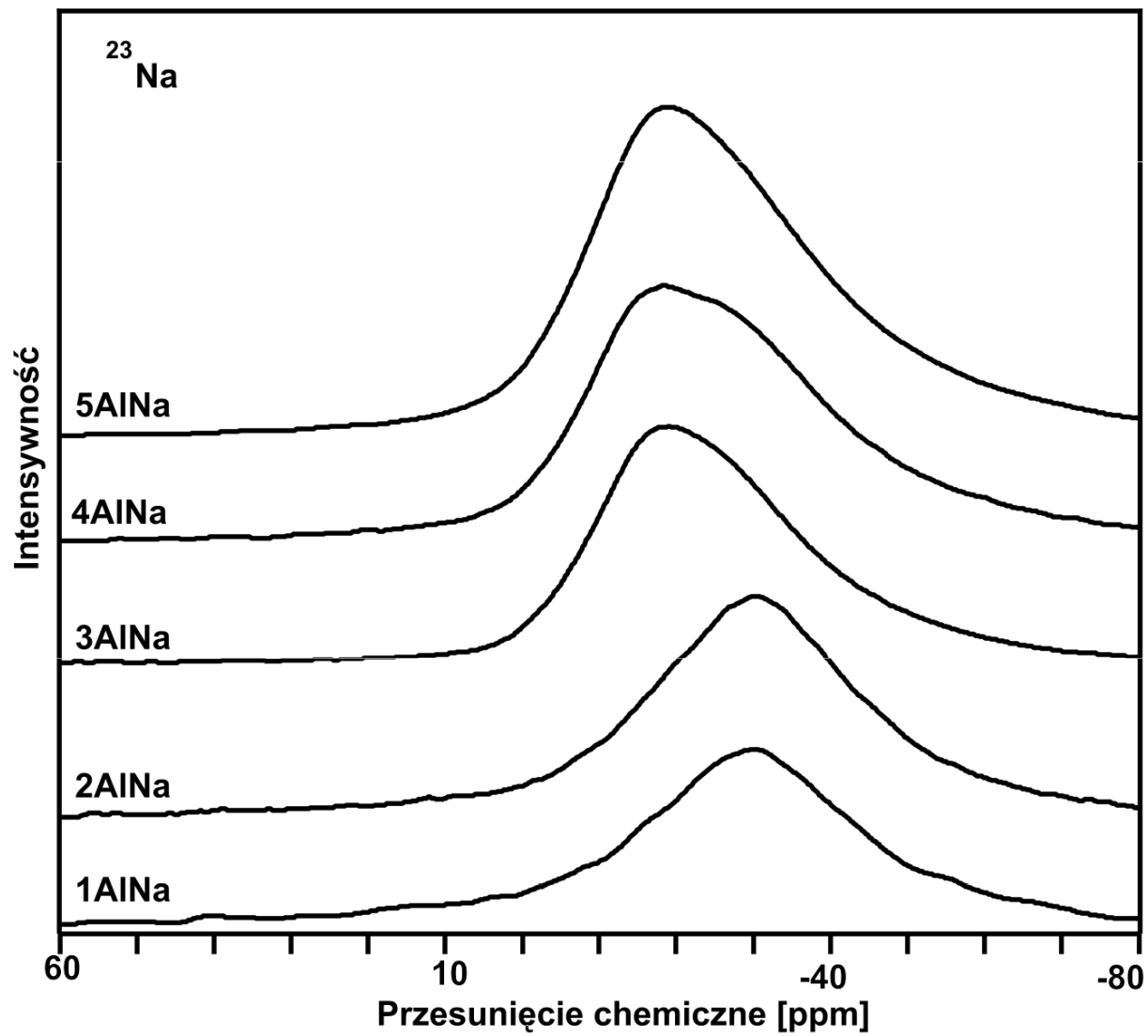




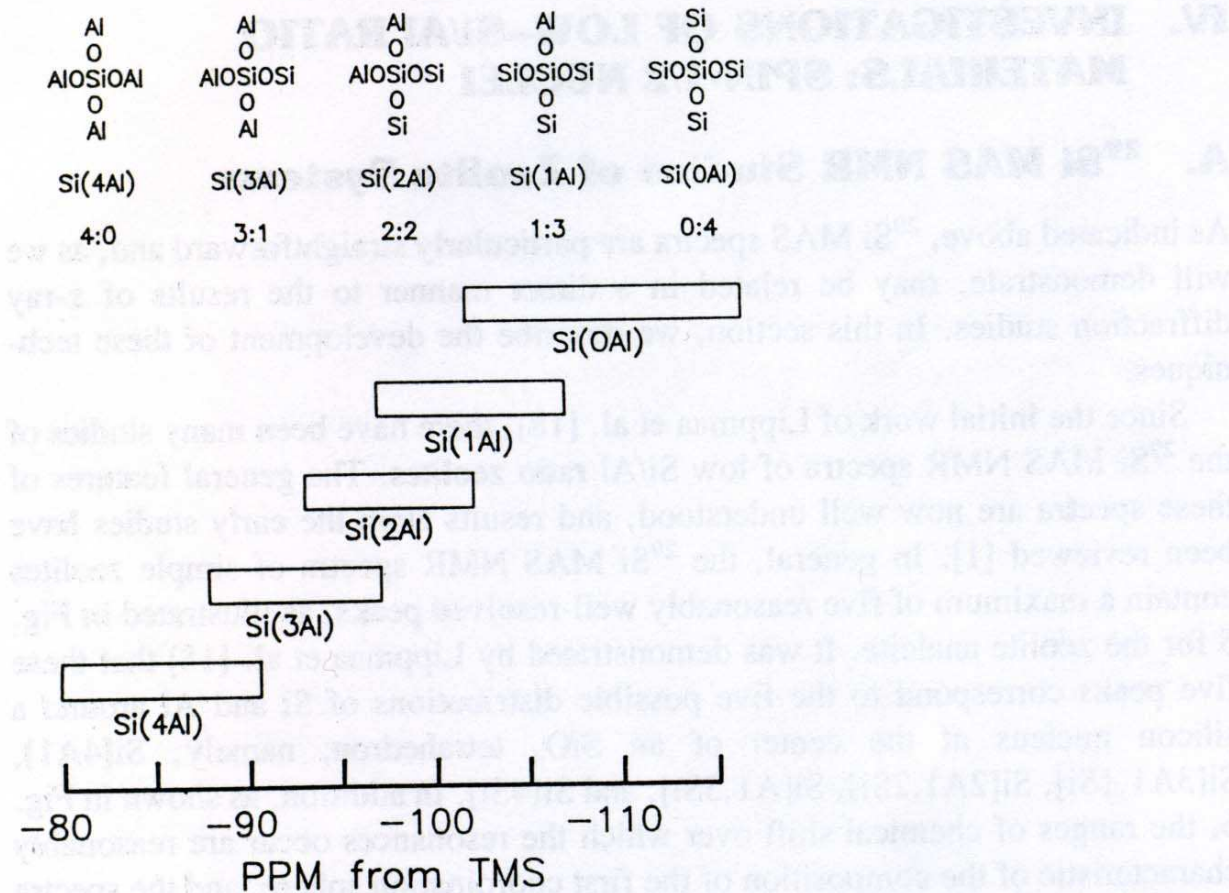
# $^{23}\text{Na}$ MAS NMR



# $^{23}\text{Na}$ MAS NMR

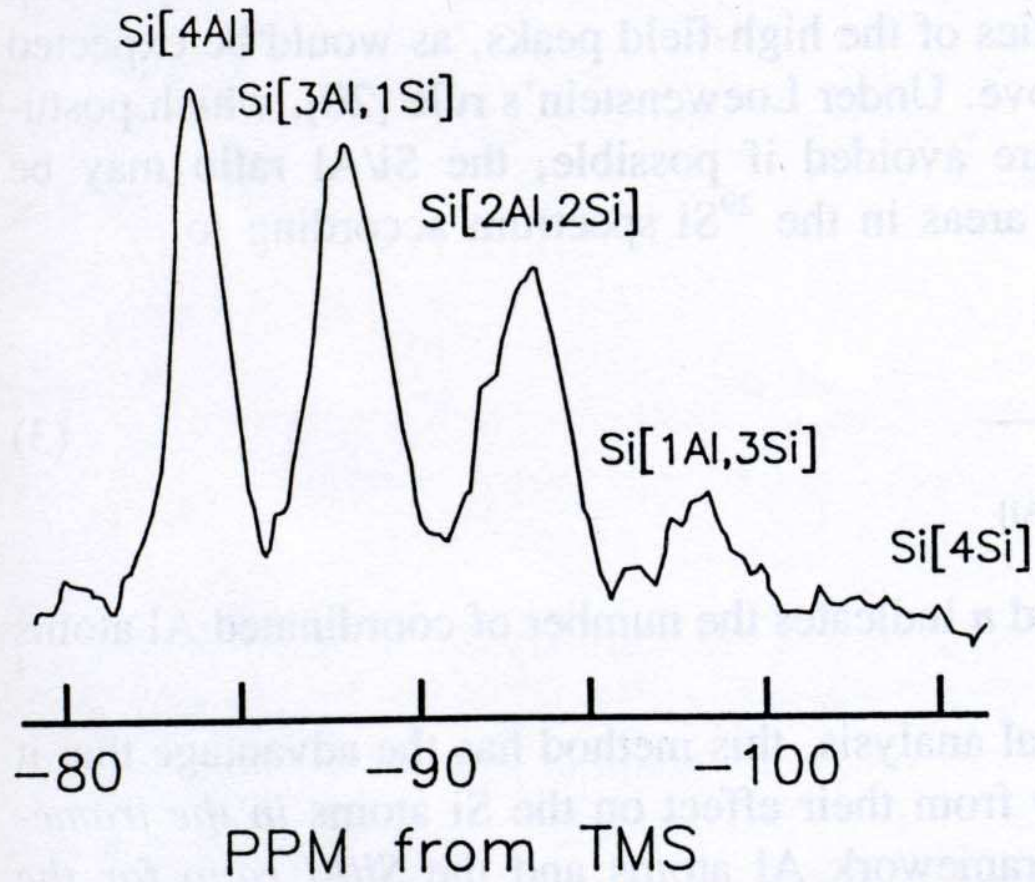


# $^{29}\text{Si}$ MAS NMR



**Figure 6** Characteristic chemical shift ranges of the five different local silicon environments.

# $^{29}\text{Si}$ MAS NMR



**Figure 5**  $^{29}\text{Si}$  MAS NMR spectrum of the zeolite anacrite (79.6 MHz).