

# Kernspinresonanz

Energieaufspaltung, klein:

$$\Delta E = g_{\pm} \mu_K B_0 \sim 0.2 \text{ meV bei } 1 \text{ T, proton}$$

$$\text{d.h. } N_2 = N_1 \cdot e^{-\frac{\Delta E}{k_B T}} \sim N_1 \cdot (1 - 7.7 \cdot 10^{-6})$$

$\uparrow$   
 $\sim 26 \text{ meV}$

$$\text{oder } N_1 - N_2 = 7.7 \cdot 10^{-6} N_1$$

kleiner Besetzungsmittelwert

→ etwas mehr absorption → Signal Kernspin Resonanz

hohe Empfindlichkeit: große B-Felder (z.B. 12 T →  $N_1 - N_2 \sim 10^{-4} N_1$ )

Relaxation → wiederherstellung Besetzungsmittelwert (sonst Sättigung / Gleichbesetzung beider Niveaus)

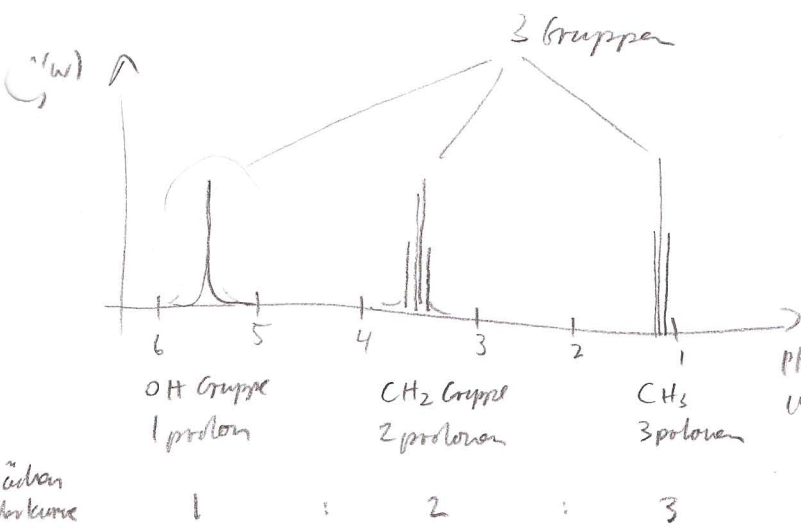
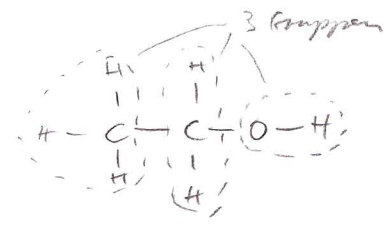
Methode: Pulse:  $\pi/2$  oder  $90^\circ$  Puls → Masse  $M_y(t) \rightarrow M_y(\omega)$  Spektrum

## Kernspin Resonanz in Chemie

chemische Bindung,  $B_0$  → Elektronen Hüllen der Bindungspartner erzeugen lokale, für Bindung charakteristische B-Feld, das die Kernspinresonanzfrequenz verschiebt  
↳ (z.B. Abschirmung durch Diamagnetismus)

→ chemische Verschiebung

z.B. Äthylalkohol  $C_2H_5OH$



Abundanz:  $^{12}C$  kein Kernspin  
ca. 10%  $^{13}C$  hat Kernspin  
 $^{16}O$  kein Kernspin  
99.8%

ppm Frequenz Verschiebung von reinen / ungesättigten Protonen

Flächen unter Kurve

unterschiedliche Bindungen → Verschiebung der Resonanzfrequenz  
intra- und intermolekulare Kopplung innerhalb einer Gruppe: indirekte (durch Elektronen übermittelte) Kern-Kern Wechselwirkung

Kernspin Resonanz: Strukturauflösung in Chemie + Physik

# Kernspin-Resonanz in Medizin (Kernspin Tomographie)

70

örtlich aufgetörte Resonanz  $\rightarrow$  Bilder aus innerem eines Körpers (z.B. Mensch)

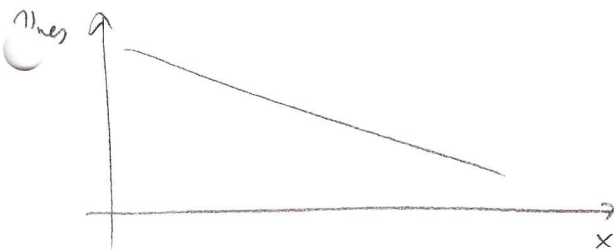
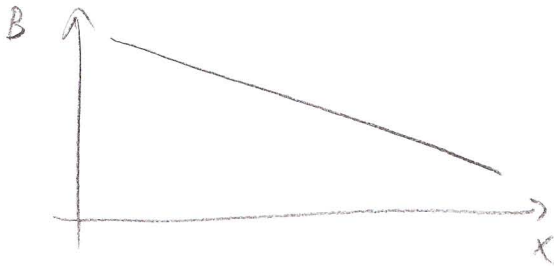
$\hookrightarrow \quad h\nu = \gamma \hbar B \quad B$  inhomogen / gradient  $\rightarrow$  räumliche Aufklärung  
(großer Gradient  $\rightarrow$  gute Aufl.)

misst z.B. - Dichteverteilung H-Atome (Protonen) im Objekt (Funktionalität)

- räumliche Inhomogenitäten Relaxationszeiten  $T_1, T_2 \rightarrow$

(hängen von  $T_1$  lokaler Temperatur, Bewegungszustand Struktur ab.)

$\rightarrow$  gute Kontraste manchmal auch dort wo Röntgen schlechte Kontraste liefert



$\rightarrow$  Resonanzsignal enthält auch Informationen über den Ort, an dem sich die resonanten Protonen befinden

typisches Vorgehen: lese B Gradient an,  $T_1/T_2$  Puls, messe  $M_y(t) \rightarrow M_y(\omega)$   
(z.B. in x-y Ebene) jede Frequenz  $\omega \rightarrow$  ein Ort in x-y Ebene  
 $\rightarrow$  Bild von Dichten in x-y Ebene / ein "slice"  
mehrere Slices  $\rightarrow$  3D Bild.