

Name

Matrikelnummer

## Theorieteil

30 Punkte

### Hilfsmittel

| Kern             | Kernspin<br>Quantenzahl $I$ | Gyromagnetisches<br>Verhältnis $\gamma$ [MHz/T] | Natürliche Häufigkeit |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|
| $^1\text{H}$     | 1/2                         | 42.6                                            | 99.98%                |
| $^2\text{D}$     | 1                           | 6.5                                             | 0.02%                 |
| $^{11}\text{B}$  | 3/2                         | 13.7                                            | 80%                   |
| $^{13}\text{C}$  | 1/2                         | 10.7                                            | 1%                    |
| $^{14}\text{N}$  | 1                           | 3.1                                             | 99.6%                 |
| $^{15}\text{N}$  | 1/2                         | -4.3                                            | 0.4%                  |
| $^{19}\text{F}$  | 1/2                         | 40.1                                            | 100%                  |
| $^{23}\text{Na}$ | 3/2                         | 11.3                                            | 100%                  |
| $^{29}\text{Si}$ | 1/2                         | -8.5                                            | 5%                    |
| $^{31}\text{P}$  | 1/2                         | 17.2                                            | 100%                  |

### Naturkonstanten

|                                  |       |                                    |
|----------------------------------|-------|------------------------------------|
| Planck-Konstante/Wirkungsquantum | $h$   | $6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ |
| Lichtgeschwindigkeit im Vakuum   | $c_0$ | $2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$     |
| Boltzmann-Konstante              | $k_B$ | $1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ |

## Aufgabe 1: Eigenschaften von Kernspins

10 Punkte

1. Ein Isotop besitzt dieselbe Anzahl Protonen und Neutronen im Kern. Erwarten Sie von diesem Isotop günstige Eigenschaften für die NMR-Spektroskopie?

1 Punkt

2. Vergleichen Sie die Elemente Natrium und Silizium in Hinblick auf ihre Eignung für die NMR-Spektroskopie, indem Sie für jede der drei Eigenschaften aus der Tabelle auf dem Deckblatt den Kern benennen, der die günstigeren Eigenschaften aufweist und jeweils begründen.

3 Punkte

3. Atomkerne können auf verschiedene Weise mit Ihrer Umgebung wechselwirken. Drei grundlegend verschiedene Arten solcher Interaktionen sind für die NMR-Spektroskopie relevant und können sich im NMR-Spektrum manifestieren. Nennen Sie diese drei Arten von Interaktionen und geben Sie jeweils ein Beispiel.

6 Punkte

## Aufgabe 2: Pulssequenzen

10 Punkte

1. Nennen Sie ein Beispiel für eine homonukleare Pulssequenz mit Akronym, Bedeutung des Akronyms und Informationsgehalt des zugehörigen Spektrums.

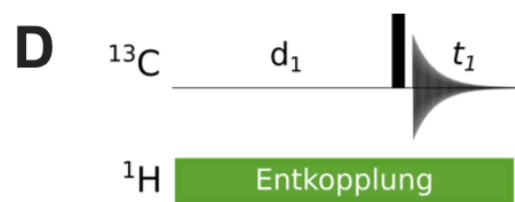
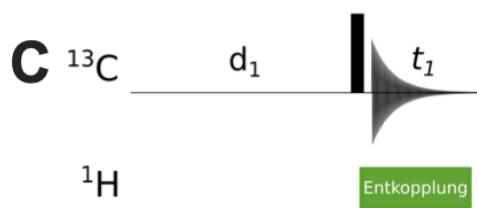
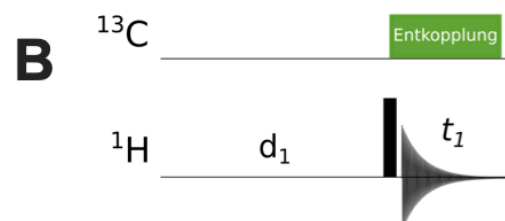
4 Punkte

2. Sie wollen ein  $^{13}\text{C}$ -Spektrum von einem komplexen Naturstoff aufnehmen und danach die Signalintensitäten quantitativ auswerten. Welche der vier gezeigten Pulssequenzen nutzen Sie? Mit Begründung.

4 Punkte

Auf welchen Parameter in der Pulssequenz müssen Sie beim Aufsetzen der Messung besonders achten? Mit Begründung.

2 Punkte



### Aufgabe 3: Datenaufnahme und Prozessierung

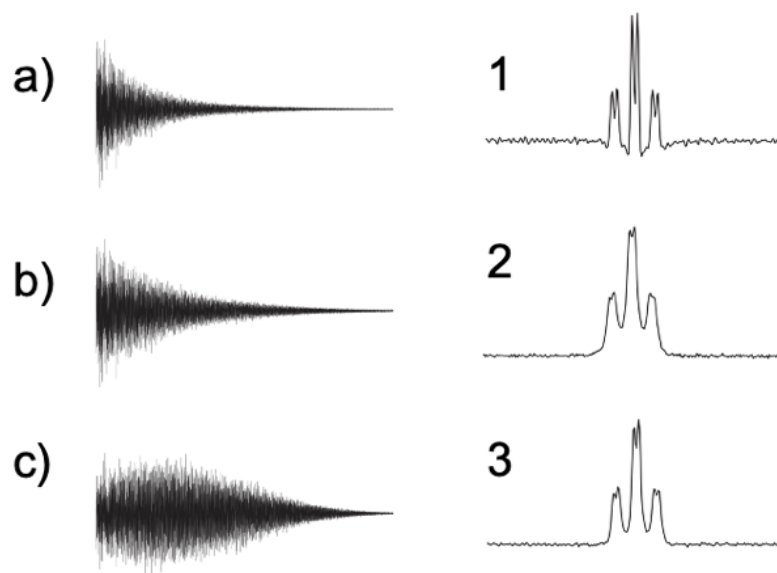
10 Punkte

1. Sie messen ein NMR-Spektrum, das nur ein Signal enthält. Das Experiment besteht aus einem  $90^\circ$ -Puls, gefolgt von der Aufnahme des FIDs. Nennen Sie zwei Faktoren, die bestimmen, wie lange das FID-Signal anhält.

2 Punkte

2. Ordnen Sie die prozessierten Spektren den FIDs zu, aus denen diese hervorgegangen sein müssen. Bitte mit Begründung.

3 Punkte



3. Erklären Sie, was mit einem 2 Bit Analog-zu-Digital Wandler (ADC) gemeint ist.

2 Punkte

4. Fertigen Sie eine Skizze davon an, wie ein 2 Bit ADC eine Sinuskurve digitalisiert.

3 Punkte