

# Experimentalphysik III

WiSe 2009/2010

Prof. Dr. N. Schwentner

Ausgabe: 08.12.2009

Abgabe: 18.12.2009

## Übungsblatt Nr. 9

Aufgabe 31:

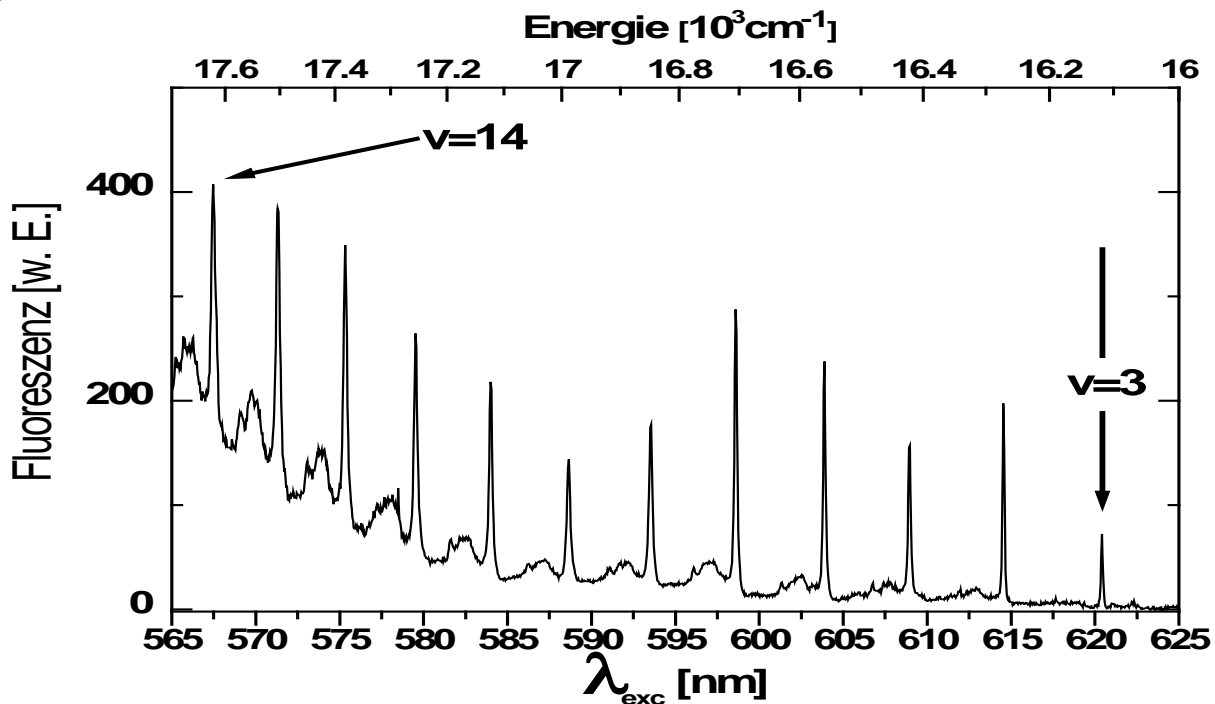


Abbildung 1

Abbildung 1 zeigt die gemessene Abfolge der Schwingungsenergien  $E(v)$  von Br<sub>2</sub> Molekülen, die in ein Argon Kristall eingebettet sind, durchnummeriert vom Schwingungszustand  $v=3$  bis  $v=14$ .

- Messen Sie die 11 Energiedifferenzen  $G(v)=E(v+1)-E(v)$  aus und tragen Sie  $G(v)$  über  $v$  in einem Maßstab auf, in welchem Sie auch Abweichungen, die im Prozentbereich liegen, erkennen können. Ignorieren Sie den Untergrund und die Zusatzstrukturen, die von der Kristallumgebung verursacht werden.
- Wie sollte  $G(v)$  im Fall des harmonischen Oszillators aussehen? Mit welcher Fehlerbreite verhält sich das Molekül als harmonischer Oszillator? Erkennen Sie einen Trend zu kleineren oder größeren  $G(v)$  für große  $v$ ? Weist der Trend auf ein steileres oder flacheres Potential im Vergleich zum harmonischen Oszillator? Gibt es einen allgemeinen Prozess bei Molekülen, der diesen Trend bedingt?

In Abbildung 2 wurden mehrere Schwingungswellenfunktionen zu einem Wellenpaket kohärent überlagert und im äußeren Umkehrpunkt des Potentials die Oszillationsperiode  $T$  vermessen.

- Versuchen Sie  $T$  möglichst genau abzulesen (Mittelwert über alle abgelesenen Perioden).
- Bestimmen Sie daraus die Schwingungsenergie und vergleichen Sie diese mit  $G(v)$  aus Teilaufgabe a). In welchem  $v$ -Bereich ist das Wellenpaket zentriert?

(6 Punkte)

# Experimentalphysik III

WiSe 2009/2010

Prof. Dr. N. Schwentner

Ausgabe: 08.12.2009

Abgabe: 18.12.2009

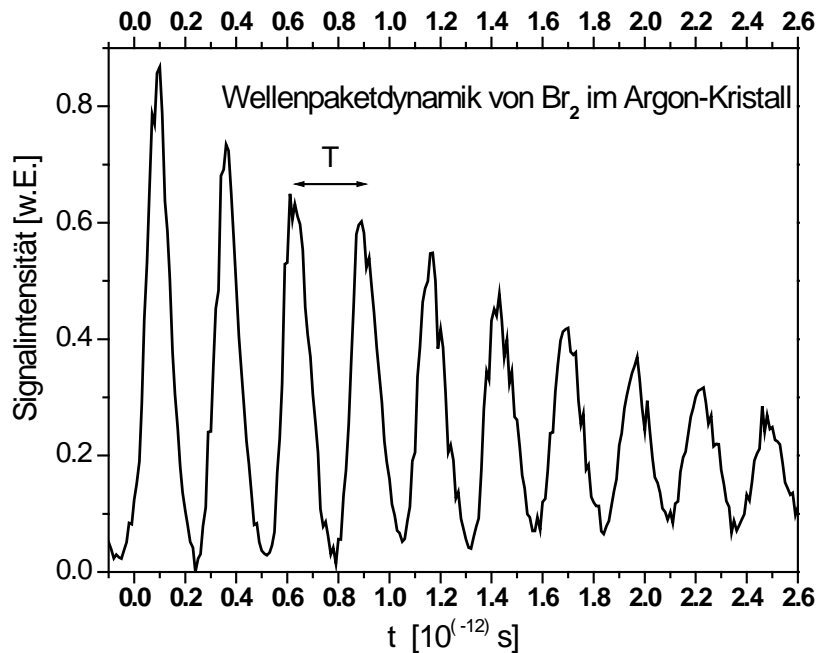


Abbildung 2

## Aufgabe 32:

Ein Molekül ist an eine rechteckige Potentialbarriere der Breite  $a = 0.2 \text{ nm}$  gebunden und ein H-Atom in dem Molekül oszilliert mit einer Frequenz von

$N_0^{\text{H}} = 10^{12} \text{ s}^{-1}$  gegen die Barriere. Sie messen eine Tunnelrate der H-Atome von  $N_{\text{H}} = 10^8 \text{ s}^{-1}$ .

- Wie hoch über der Energie der H-Atome liegt die Barriere  $E_0$  in eV?
- Sie halten die übrigen Parameter gleich, tauschen aber die H durch Deuterium (D) Atome (doppelte Masse!) aus. Welche Tunnelrate  $N_{\text{D}}$  erhalten Sie wenn  $N_0^{\text{H}} = N_0^{\text{D}}$  ist?
- Geben Sie das Verhältnis von  $N_0^{\text{H}}$  zu  $N_0^{\text{D}}$  an, für den Fall, dass das Atom-Potential vor der Barriere ein harmonischer Oszillator ist. Vergleichen Sie dieses Verhältnis mit dem von  $N_{\text{H}}$  zu  $N_{\text{D}}$  (aus Teilaufgabe b)) und begründen Sie warum der Isotopeneffekt ein starkes Indiz für Tunnelprozesse ist.
- Sie reduzieren die Energiedifferenz  $E_0 - E$  um einen Faktor 2 und verdoppeln die Breite  $a$  der Barriere zu  $0.4 \text{ nm}$ . Welche Tunnelrate erwarten Sie für die H-Atome?

(4 Punkte)