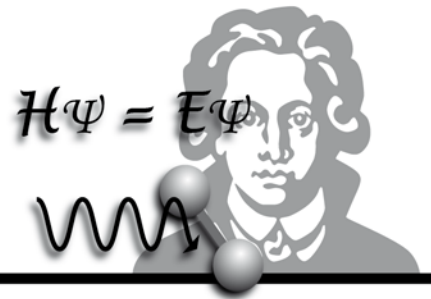
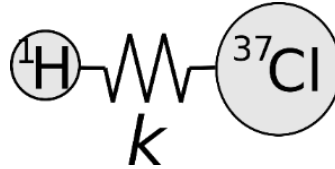


Übungsblatt Nr. 3

**Aufgabe 1:** Harmonischer Oszillator (klassisch)

Die Vibrationen des Chlorwasserstoffmoleküls können in einfacher Näherung durch obiges Modell beschrieben werden. Hier verbindet eine Feder mit Kraftkonstante k die zwei (als punkförmig anzunehmenden) Atomkerne. Die Kraftkonstante k der Bindung beträgt für HCl $k = 480 \text{ N m}^{-1}$, die Bindungslänge r_0 ist 128 pm .

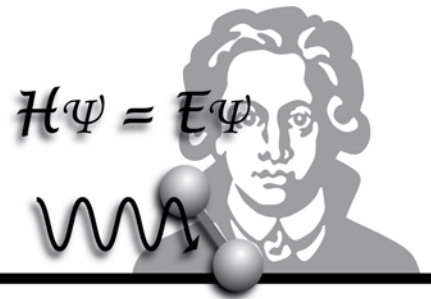
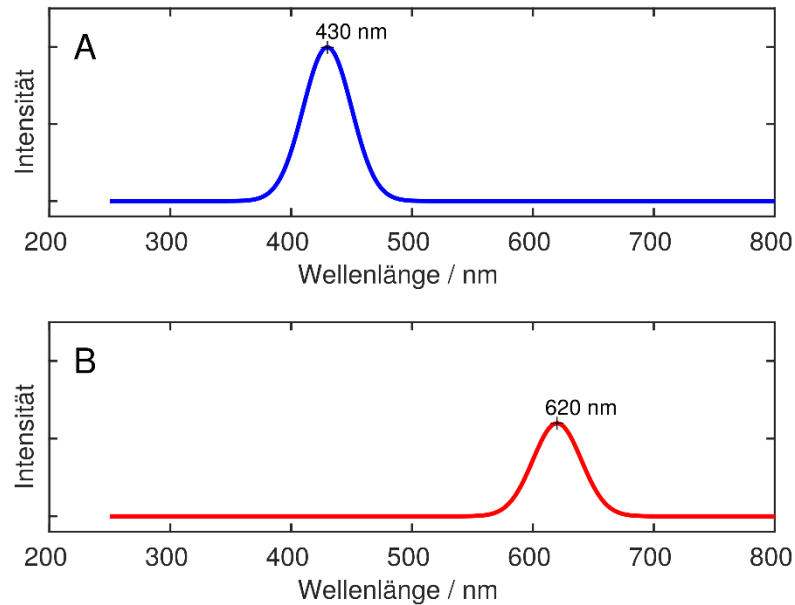
- Berechnen Sie die reduzierte Masse μ des Isotopomers $^1\text{H}^{37}\text{Cl}$.
- Berechnen Sie die Eigenfrequenz ω_0 der Schwingung (Kreisfrequenz!). Berechnen Sie die zugehörige Energie in Wellenzahlen (cm^{-1}).
- Berechnen Sie in Näherung des klassischen harmonischen Oszillators die potentielle Energie des Systems, wenn der Abstand zwischen den Atomen dem 1, 1.25- bzw. 1.5-fachen Gleichgewichtsabstand entspricht. Vergleichen Sie die erhaltenen Energiewerte mit der Bindungsenergie von HCl $\Delta H = 431 \text{ kJ/mol}$.

Aufgabe 2: Quantisierung und thermische Population

In dieser Aufgabe betrachten wir ein so genanntes Zweizustandssystem, bestehend aus einem Grundzustand und einem angeregten Zustand. Die Energiedifferenz der beiden Niveaus betrage $\Delta E = 3.1 \text{ eV}$ (Fall 1). Wir betrachten ein Ensemble aus 100 000 Teilchen.

- Berechnen Sie die Wellenlänge des Photons, das einen solchen Übergang anregen kann.
- Wie viele Teilchen befinden sich bei $T = 300 \text{ K}$ im Grundzustand?
- Wie hoch müsste die Temperatur sein, dass sich 10 % der Teilchen im angeregten Zustand befinden?
- Führen Sie obige Berechnungen für eine Energiedifferenz von $\Delta E = 3.1 \text{ meV}$ durch (Fall 2).
- Die Wahrscheinlichkeit für eine Relaxation durch spontane Emission aus dem angeregten in den Grundzustand ist durch den Einsteinkoeffizienten A geregelt. Berechnen Sie das Verhältnis der Einsteinkoeffizienten von Fall 1 und 2.

Übungsblatt Nr. 3

**Aufgabe 3:** Fluoreszenz

Obige Abbildung zeigt schematisch das Absorptions- und das Fluoreszenzspektrum eines Farbstoffs. Die jeweiligen Wellenlängen mit maximaler Absorption bzw. Emission sind in den Spektren gegeben.

- Welches der Spektren ist das Absorptionsspektrum, welches das Fluoreszenzspektrum?
- Skizzieren Sie das einfachste Jablonski-Diagramm, das die beobachteten Phänomene erklärt. Kennzeichnen Sie, welche Übergänge im Energiediagramm zu welchem Spektrum gehören.
- Am Zustandekommen der Fluoreszenz sind zwei angeregte Zustände beteiligt. Berechnen Sie die Energiedifferenz dieser Zustände.