

Experimentalphysik III, WS 05/06
Übungsblatt 9

57. Ein HCl Molekül befindet sich im ersten angeregten Rotations-Niveau, welches $J = 1$ entspricht. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit um den Massenschwerpunkt, wenn der Abstand zwischen den Atomkernen 0.1275nm beträgt?
58. Wenn man die effektive Federkonstante eines HCl-Moleküls zu $k = 480\text{N/m}$ annimmt, wie groß ist dann der Energieunterschied zwischen dem Grundzustand und dem ersten angeregten Vibrations-Zustand (*Hinweis*: vgl. Aufgabe 39/40)?
59. Der Abstand zwischen einem K^+ -Ion und ein Cl^- -Ion betrage 0.5 nm . Nehmen Sie an, dass beide Ionen als Punktladungen beschrieben werden können und bestimmen Sie
- die Kraft, die ein Ion auf das andere ausübt und
 - die potentielle Energie des Ionenpaares (in eV), d.h. die Energie, die frei wird, wenn man ein K^+ -Ion vom Unendlichen auf einen Abstand von 0.5nm an ein Cl^- -Ion heranbringt.
60. *Für Physiker*:
Betrachten Sie eine alternierende Kette aus positiven und negativen Ionen. Zeigen Sie, dass die potentielle Energie eines einzelnen Ions innerhalb dieses hypothetischen eindimensionalen Kristalls $U(r) = -\alpha \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$ beträgt, wobei die Madelung-Konstante durch $\alpha = 2 \ln 2$ gegeben ist und r der Abstand zwischen zwei Ionen ist, der über die gesamte Kette konstant ist. (*Hinweis*: Benutzen Sie die Reihenentwicklung für $\ln(1+x)$).
61. Ein Rubinlaser emittiert einen 10ns Puls mit einer mittleren Leistung von 1.00 MW . Aus wievielen Photonen besteht der Puls, wenn die Wellenlänge 694.3 nm beträgt?
62. **LENINGRAD, 1930** – Vier Jahre nach der Veröffentlichung der Schrödinger-Gleichung löste Lew Dawidowitsch Landau im Alter von 23 Jahren die Gleichung für ein geladenes Teilchen, das sich in einem homogenen Magnetfeld bewegt. Ein einzelnes Elektron, das sich senkrecht zu einem Magnetfeld B bewegt, kann abstrakt als ein Modellatom ohne Kern beschrieben werden oder auch als der nicht weiter vereinfachbare Grundzustand des Zyklotrons. Landau zeigte, dass die Energie quantisiert ist $E_n = \frac{e\hbar B}{m_e} \left(n + \frac{1}{2} \right)$ und sich in gleichmäßigen Schritten von $\Delta E = \frac{e\hbar B}{m_e}$ ändert.
- HARVARD, 1999** – Gerald Gabrielse fängt ein einzelnes Elektron in einer evakuierten, cm-großen Metallröhre, die auf eine Temperatur von 80 mK abgekühlt wurde. In einem Magnetfeld $B = 5.26\text{T}$ kreist das Elektron für Stunden in dem niedrigsten Energiezustand und erzeugt dabei ein meßbares Signal.
- Bestimmen Sie die Größe eines Quantensprungs für das Elektron, d.h. ΔE !
 - Berechnen Sie zum Vergleich $k_b T$ als ein Maß der Energie, die für das Elektron (dank der Schwarzkörperstrahlung von den Wänden der Vakuumröhre) zur Verfügung steht.
 - Mikrowellenstrahlung kann in die Vakuumröhre eingestrahlt werden, um das Elektron anzuregen. Berechnen Sie Frequenz und Wellenlänge des Photons, das absorbiert werden muß, damit das Elektron in den ersten angeregten Zustand gebracht wird! Messungen der Absorptionsfrequenz ermöglichen es, die Theorie zu überprüfen und Eigenschaften des Elektrons (z.B. m_e) sehr genau zu bestimmen.

63. Übersichtsaufgabe

(a) Wieviel Energie ist notwendig, um ein Elektron des Wasserstoffatoms vom $n = 1$ Zustand auf den $n = 2$ Zustand zu bewegen?

(b) Nehmen Sie an, dass Elektron gewinnt seine Energie durch Stöße zwischen Wasserstoffatomen bei hoher Temperatur! Bei welcher Temperatur würde die mittlere kinetische

Energie $E_{kin, therm} = \frac{3}{2} k_b T$ groß genug sein, um das Atom anregen zu können?

(c) Nehmen Sie an, dass Elektron des Wasserstoffatoms gewinnt seine Energie durch inelastische Stöße mit Elektronen, die in einer Vakuumröhre durch eine Spannung U beschleunigt werden! Bei welcher Spannung ist die kinetische Energie groß genug, um das Atom anzuregen?