

Experimentalphysik V LA

Übungsserie 6

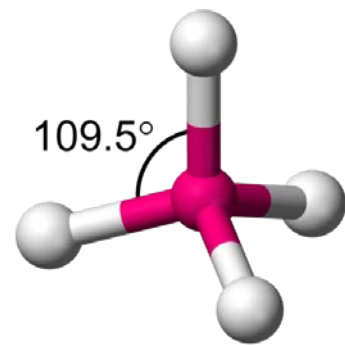
Deadline: Freitag, 29.5.2015

Problem 18:

4 Punkte

Die klassischen, quantenmechanischen Orbitale sind kategorisiert in *s*-, *p*-, *d*-Orbitale (sowie höhere). Die Elektronenwolken dieser Orbitale sind kugelförmig (*s*), hantelförmig (*p*) bzw. doppelhantelförmig (*d*). In den meisten Molekülen bildet Kohlenstoff vier Bindungen mit einem Bindungswinkel von $109,5^\circ$ zwischen jeder Bindung aus (z.B. Methan CH_4). Die Bindungsstruktur ist ein Tetraeder (siehe Seite). Die quantenmechanischen Orbitale *s*, *p* und *d* erlauben aber, rein geometrisch, kein Tetraeder.

Erkläre, wie die Tetraederstruktur im Kohlenstoff entsteht.



Problem 19:

2 Punkte

Warum würde man erwarten, dass der Gleichgewichtsabstand von H_2^+ sich von H_2 unterscheidet?

Problem 20:

6 Punkte

Gegeben seien sechs verschiedene Gasflaschen befüllt mit Edelgasen, He, Ne, Ar, und mehratomigen Gasen, H_2 , CO_2 , C_2H_4 .

- Beschreibe **drei** mögliche Experimente wie du herausfinden kannst ob ein Gas aus einer Gasflasche ein Edelgas oder ein mehratomiges Gas ist. (Es müssen keine Kosten und Mühen gescheut werden bei der Gestaltung der Experimente. „*Outside the box*“-Denken ist erlaubt.)
- Wie lässt sich herausfinden ob ein mehratomiges Molekül linear (z.B. CO_2) oder nicht-linear (z.B. Ethen C_2H_4) ist?

Problem 21:

4 Punkte

Moleküle können nur quantisierte Rotationszustände annehmen, d.h. sie haben, klassisch gesehen, nur quantisierte Umlaufgeschwindigkeiten. Zeige, dass diese mikroskopische Quantisierung nicht für makroskopische Objekte beobachtet werden kann. Nimm als Beispiel einen Apfel (Gewicht 200g, Durchmesser $d = 10\text{cm}$) der um seine eigene Achse mit 20 Umdrehungen pro Minute rotiert.

Problem 22:

3 Punkte

Die Bindungsenergie zwischen dem Kohlenstoff und dem Sauerstoffatom im CO-Molekül beträgt etwas über 11 eV. Die Schwingungsfrequenz des CO-Moleküls beträgt 64,2 THz.

- Finde die entsprechende Schwingungsquantenzahl ν die dieser Energie entsprechen würde.
- Was würde passieren wenn man das Molekül in den Schwingungszustand $(\nu + 1)$ versetzt?

Problem 23:

4 Punkte

Gegeben sei ein Wassermolekül H_2O .

- Zeichne alle Rotations- und Normalschwingungsmöglichkeiten des Moleküls
- Das Wasserstoffisotop Deuterium (Wasserstoffkern mit einem zusätzlichen Neutron, chem. Symbol D) kommt zu 0,015% in der Natur vor. Wie würden sich die Rotations- und Schwingungszustände im „schweren Wasser“ D_2O im Vergleich zu H_2O ändern?

Problem 24:

4 Punkte

Die Linien im Rotationsspektrum des Moleküls $^{35}\text{Cl}^{19}\text{F}$ haben einen Frequenzabstand von $\Delta f = 1,12 \cdot 10^{10}\text{Hz}$.

- Wie groß ist der Kernabstand R_0 im Grundzustand?
- Mit steigendem Drehimpuls des Moleküls weichen die experimentell gemessenen mit den theoretisch berechneten Energieabständen benachbarter Rotationsniveaus immer stärker ab. Wodurch ist dies zu erklären? Sind die experimentell gemessenen Energieabstände größer oder kleiner als die theoretisch berechneten?

Problem 25:

3 Punkte

Mit einem sehr präzisen Spektrometer kann man auch Moleküle mit unterschiedlichen Isotopen unterscheiden. Gegeben seien die beiden Moleküle $^1\text{H}^{35}\text{Cl}$ und $^1\text{H}^{37}\text{Cl}$.

- Berechne die reduzierte Masse μ_i für beide Moleküle und den prozentualen Massenunterschied $\Delta\mu/\mu$
- Berechne den prozentualen Frequenzunterschied des Rotationsspektrums $\Delta f/f$

Tipp: Die Rechnung wird einfacher/kürzer wenn gezeigt wird, dass $\Delta\mu/\mu = -\Delta f/f$ gilt.