

**Aufgabe 1: Trägheitsmoment einer Vollkugel**

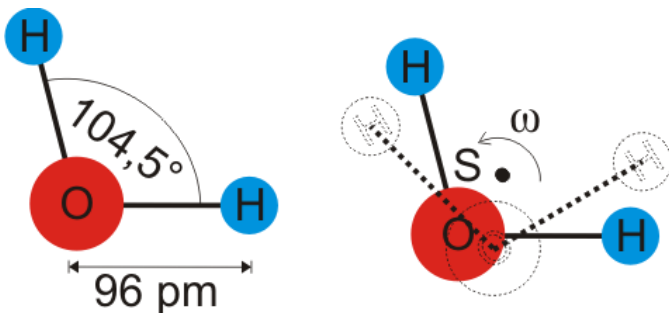
Betrachten Sie eine Kugel mit homogener Dichte.

- a) Wie groß ist das Trägheitsmoment für eine Drehung um den Kugelmittelpunkt?
- b) Wie groß ist das Trägheitsmoment für eine Drehung um einen Punkt an der Kugeloberfläche? Nutzen Sie den Steinerschen Satz!

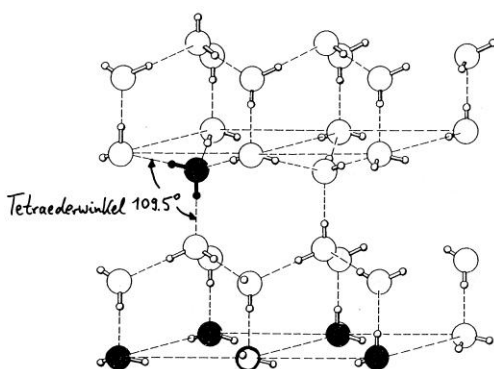
**Aufgabe 2: Mikrowelle: Rotation des H<sub>2</sub>O-Moleküls**

Mit Mikrowellenstrahlung lässt sich die Rotation von Wassermolekülen in Lebensmitteln anregen. Vereinfacht können wir ein Wassermolekül beschreiben durch 3 Punktmassen, die wie im Diagramm erkennbar angeordnet sind.

- a) Wo liegt der Schwerpunkt des Wasser-Moleküls? Schauen Sie ins Periodensystem, um die Massen von Wasserstoff- und Sauerstoff-Atomen herauszufinden!
- b) Berechnen Sie die Trägheitsmomente für eine Drehung um den Schwerpunkt, wenn die Achse senkrecht zur Ebene des Moleküls liegt.



- c) Warum ist es so schwierig, gefrorene Lebensmittel in der Mikrowelle aufzutauen? Schauen Sie sich die Struktur von Schneeflocken an:



The crystalline arrangement in ice results in four hydrogen bonds for each oxygen (large circles) at the tetrahedral angles. The O-O distance is 2.76 Å and each proton (small circles) is 1.01 Å from the oxygen of its own molecule and 1.75 Å from the oxygen nucleus of the neighboring molecule. For comparison, the O-H distance is 0.96 Å in an isolated H<sub>2</sub>O molecule. After L. Pauling, *The Nature of the Chemical Bond* (Cornell University Press, 1960).



### Aufgabe 3: Harmonischer Oszillator – Lowrider und andere Stunts

Eine Variante des Auto-Tunings ist der Umbau zum Lowrider: dabei kann jedes einzelne Rad über eine Hydraulik bewegt werden, die Karosserie macht (erzwungene) Schwingungen:

<http://www.youtube.com/watch?v=RUHidqOw8CM&feature=related>

In einem herkömmlichen Auto kann man z.B. einen Sturz von einer Rampe

( <http://www.youtube.com/watch?v=3HUqWb6hyTU&feature=fvw> ) ausnutzen, um eine (gedämpfte) Schwingung der Karosserie auszulösen. Alltagsnäher ist der Sturz von einer hohen Bordsteinkante. Wir betrachten einen Wagen mit der Masse  $M = 1,25$  Tonnen, der während der Fahrt eine 50 cm hohe Bordsteinkante hinunterstürzt. Alle vier Räder kommen gleichzeitig auf dem Boden auf, und der Schwerpunkt des Wagens liegt genau in der Mitte der 4 Federn. Wir vernachlässigen die Masse der Räder, die ja nicht mitschwingen. Die gesamte kinetische Energie des Wagens, die beim Sturz entsteht, soll in potentielle Energie der 4 Federn umgewandelt werden, die jeweils um 20 cm gestaucht werden und dem Hooke'schen Gesetz gehorchen.

a) Berechnen Sie die Federkonstante der Federn.

b) Berechnen Sie die Dauer einer Schwingungsperiode des Wagens.

c) Der Wagen bewegt sich nach dem Sturz mit einer Geschwindigkeit von  $v = 60$  km/h in  $x$ -Richtung. Geben Sie die Trajektorie des Fahrerkopfes (bei Federstellung in Ruhelage ist er 1,2 m über dem Boden) aus der Sicht eines auf der Strasse stehenden Beobachters an und skizzieren Sie den Verlauf.

d) Da der erste Versuch so viel Spaß machte, wiederholt der Fahrer den Stunt mit 3 Beifahrern an Bord, die Masse des Wagens erhöht sich damit um 180 kg. Berechnen Sie

1. Wie stark werden die Federn nun gestaucht? 2. Wie lange dauert eine Schwingungsperiode?