

## 1. Übung am 17. 10. 2013

1) Wie viele Atome bzw. Moleküle enthalten

- (a) 2 mol Argon,
- (b) 10 g  $^{12}_6\text{C}$ ,
- (c) 1 dm<sup>3</sup> Helium bei Normalbedingungen ( $p = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ ,  $T = 0 \text{ °C} = 273.2 \text{ K}$ ),
- (d) 1 kg Stickstoff ( $\text{N}_2$ ),
- (e) eine Stahlflasche mit 20 dm<sup>3</sup>  $\text{O}_2$ -Gas bei 200 bar Druck und 22 °C.

**(1 Pkt)**

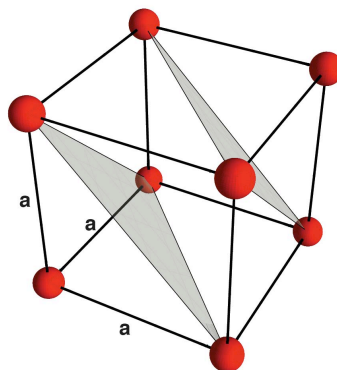
2) In 1 m<sup>3</sup> Luft gibt es bei Normalbedingungen ( $p = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ ,  $T = 0 \text{ °C} = 273.2 \text{ K}$ ) etwa  $2.6 \times 10^{25}$  Moleküle. Wie groß sind

- (a) der mittlere Abstand zwischen zwei Molekülen,
- (b) der Raumbüllungsfaktor, wenn die Moleküle durch Kugeln mit Radius  $r = 0.1 \text{ nm}$  beschrieben werden,
- (c) die mittlere freie Weglänge  $\Lambda$ ?

**(1 Pkt)**

3) (a) Leiten Sie die Bragg-Bedingung ab.

(b) Zur Erzeugung monochromatischer Röntgenstrahlung kann ein hinter einer polychromatischen Röntgenquelle platzierter Kristall verwendet werden. Nehmen Sie an, das Licht wird an der (111)-Gitterebene (in Abb. grau unterlegt) eines Germanium Kristalls (kubische Kristallstruktur mit  $a = 5,65 \text{ \AA}$ ) reflektiert. Unter welchem Winkel zur Gitterebene wird Strahlung mit einer Wellenlänge von  $\lambda = 1 \text{ \AA}$  beobachtet (1. Ordnung)? **(2 Pkte)**



4) Ein Ar-Atom stößt zentral mit einem ruhenden Ar - Atom zusammen. In unendlicher Entfernung vom ruhenden Ar - Atom sei seine kinetischen Energie  $E$ . Das Wechselwirkungspotential zwischen den Ar - Atomen ist ein Lennard - Jones Potential der Form:

$$V(r) = 4\epsilon \left\{ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right\} \quad \epsilon = 1.654 \times 10^{-21} \text{ J} \quad \sigma = 3.405 \times 10^{-10} \text{ m}$$

(a) Bei welchem Abstand liegt das Potentialminimum für zwei Ar-Atome? Wie stark ist dieses „Ar<sub>2</sub>-Molekül“ gebunden?

(b) Wie groß ist die Kraft zwischen den Atomen?

(c) Für eine Anfangsenergie von  $E = 10 \text{ eV}$  soll der Abstand bei größter Annäherung der zwei Atome berechnet werden. Dazu verwenden Sie bitte nicht die Ergebnisse der vorherigen beiden Aufgaben sondern überlegen sich eine Lösung mittels Übergang ins Schwerpunktsystem unter Berücksichtigung dass beide Massen gleich groß sind.

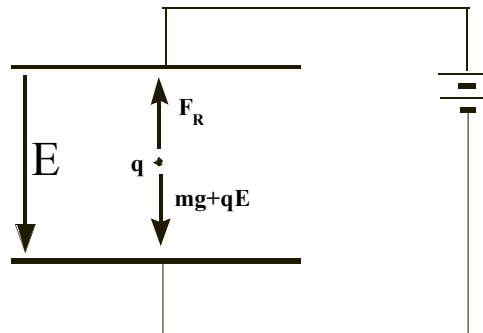
**(2 Pkte)**

ACHTUNG: Das Lennard - Jones Potential beschreibt die potenzielle Energie von Atomen oder Molekülen in Abhängigkeit von ihrem Abstand zueinander!

**5)** Zur Messung der elektrischen Elementarladung sprüht man nach MILLIKAN Öltröpfchen zwischen die Platten eines Kondensators (vgl. Bild). Durch den Sprühvorgang werden die Tröpfchen mit einer oder mehreren elektrischen Elementarladungen versehen. Ein Lichtstrahl macht die Öltröpfchen sichtbar, sodass ihr Steigen und Fallen unter dem Einfluss des elektrischen Feldes und der Schwerkraft mit einem Messfernrohr beobachtet werden kann.

Die Messung mit dem in Richtung der Schwerkraft eingeschalteten elektrischen Feld von der Stärke  $E = 10^6 \text{ V/m}$  ergibt bei der Beobachtung über eine längere Zeit eine Fallgeschwindigkeit  $v_1 = 1,930 \text{ mm/s}$ . Dagegen erhält man bei dem entgegen der Schwerkraft eingeschalteten Feld gleicher Stärke die Fallgeschwindigkeit  $v_2 = 2,551 \text{ mm/s}$ . Berechnen Sie daraus die Ladung des Teilchens.

Es ist  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , die Dichte der Öltröpfchen  $\rho = 0,915 \text{ gcm}^{-3}$ , die dynamische Viskosität der Luft beträgt  $\eta = 1,819 \times 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$ . Berücksichtigen Sie die Reibungskraft (Gesetz von Stokes) aber vernachlässigen Sie den Auftrieb der Öltröpfchen in der Luft. **(2 Pkte)**



**6)** (a) Welche Potentialdifferenz muss angelegt werden, um die schnellsten Elektronen zu stoppen, die bei der Einstrahlung von ultraviolettem Licht der Wellenlänge  $200 \text{ nm}$  aus einer Nickeloberfläche emittiert werden? Die Austrittsarbeit von Nickel beträgt  $5,01 \text{ eV}$ .

(b) Bestimmen Sie das Planck'sche Wirkungsquantum, wenn Photoelektronen, die aus der Oberfläche eines Metalls durch Licht mit einer Frequenz  $\nu = 2,2 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$  herausgelöst werden, über eine entgegenwirkende Spannung von  $6,6 \text{ V}$  vollständig zurückgehalten werden, und die zu Licht mit einer Frequenz von  $\nu = 4,6 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$  gehörigen Photoelektronen über eine entgegenwirkende Spannung von  $16,5 \text{ V}$  vollständig zurückgehalten werden.

**(2 Pkte)**