

## 1. Übung am 15. 10. 2009

1) Ein Ion (Ladung  $+e$ ) der Masse  $m_1$  stößt zentral auf ein ruhendes Ion (Ladung  $+e$ ) der Masse  $m_2$ . In unendlicher Entfernung beträgt die Energie des bewegten Ions  $E$ . Der Stoß sei elastisch und das Wechselwirkungspotential zwischen den beiden Teilchen ist das Coulomb Potential. Berechnen Sie den minimalen Abstand beim Stoß.

2) Diskutieren Sie für das vorige Beispiel (1) die 3 Fälle  $m_1 > m_2$ ,  $m_1 = m_2$  und  $m_1 < m_2$ . Im Fall  $m_1 < m_2$  berechnen Sie den Abstand bei Umkehr des Teilchens 1 ( $v_1=0$ ). Ist dieser Abstand größer oder kleiner als der minimale Abstand. Wie groß sind die Endgeschwindigkeiten der Teilchen für die 3 Fälle. Die Geschwindigkeit des einfallenden Teilchens sei  $v_1$ ?

3) 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:

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

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

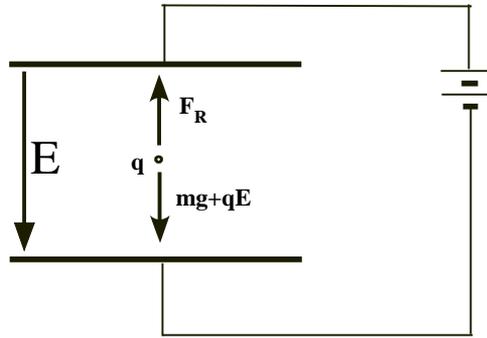
b) Wie groß ist die Kraft zwischen den Atomen?

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 von Aufgaben 1 und 2 sondern überlegen Sie sich eine Lösung mittels Übergang ins Schwerpunktsystem unter Berücksichtigung daß beide Massen gleich groß sind.

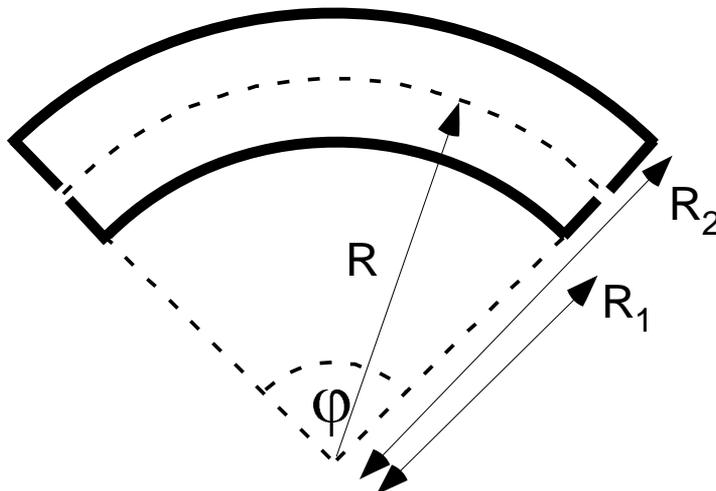
4) Zur Messung der elektrischen Elementarladung sprüht man nach MILLIKAN Öltröpfchen zwischen die Platten eines Kondensators (vgl. Bild). Durch den Sprühvorgang werden die Tröpfchen mit einer oder mehreren elektrischen Elementarladungen versehen. Ein Lichtstrahl macht die Öltröpfchen sichtbar, sodass 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 von  $v_1 = 1,930 \text{ mm/s}$ . 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  $\eta = 1,819 \times 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$ . Vernachlässigen Sie den Auftrieb der Öltröpfchen in der Luft.



5) Auf beiden Seiten eines Zylinderkondensators ( $R_1$ ,  $R_2$ ) mit dem Kreisbogenwinkel  $\varphi$  befinden sich Blenden mit einem Schlitz bei  $R=(R_1+R_2)/2$  (siehe Abbildung). Welche Spannung muss angelegt werden, damit ein Elektron mit der Geschwindigkeit  $v_0$  passieren kann.



[Hinweis: Sie benötigen dazu das E-Feld entlang der Sollbahn. Dieses können Sie mit der Laplace-Gleichung berechnen. In Zylinderkoordinaten lautet diese:

$$\Delta\varphi(R) = \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left( R \frac{\partial\varphi(R)}{\partial R} \right) = 0$$

Diese Differenzialgleichung sollten Sie zuerst mit dem Ansatz  $\varphi(R) \propto \ln R$  lösen und die Randbedingungen beachten; was muss nun gelten, damit sich das Elektron auf der Sollbahn bewegt ?