

## 1. Übung am 22. 10. 2015

**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.

**(2 Pkt)**

**2) Stellen Sie die Differenzialgleichungen für die Bewegung eines Teilchens mit Ladung  $q$  in einem beliebig orientierten, homogenen E-Feld und einem überlagerten, ebenfalls beliebig orientierten homogenen B-Feld auf.**

a) Im Wien Filter liegt ein unter  $90^\circ$  gekreuztes E - B Feld vor. Es gelte  $\vec{E} = (0, E_y, 0)$  und  $\vec{B} = (0, 0, B_z)$ . Ausgehend von den Differenzialgleichungen für die Bewegung des Teilchens mit der Ladung  $q$  in diesem Feld zeigen Sie explizit, dass unter der Bedingung, dass das Teilchen beim Eintritt in dieses Feld nur eine Geschwindigkeitskomponente in die x-Richtung hat, es ein bestimmtes E/B-Verhältnis gibt, für welches es zu keiner Ablenkung oder Beschleunigung kommt.

b) Diskutieren Sie den Fall, dass das B- und das E-Feld beide in positive x-Richtung zeigen und das Teilchen sich anfänglich mit konstanter Geschwindigkeit  $\vec{v} = (v_{x_0}, 0, 0)$  bewegt.

c) Diskutieren sie den Fall, dass das B und das E - Feld beide in positive x-Richtung zeigen und das Teilchen sich anfänglich mit konstanter Geschwindigkeit  $\vec{v} = (v_{x_0}, v_{y_0}, 0)$  bewegt.

**(3 Pkte)**

**3) Eine Arbeitsgruppe für Gasanalytik will ein Flugzeit-Massenspektrometer bauen. Zur Verfügung steht eine Hochspannungsversorgung die eine Spannung von  $U = 5 \text{ kV}$  liefert. Weiters kann eine Driftröhre beliebiger Länge  $L$  realisiert werden.**

(a) Man leite die allgemeine Abhängigkeit der Driftzeit  $T_D$  von  $U$  und  $L$  für ein Ion der Ladung  $q$  und der Masse  $m$  her.

(b) Wie groß muss  $L$  mindestens sein, damit einfach ionisierte Moleküle von  $m_1 = 299 \text{ AME}$  und  $m_2 = 300 \text{ AME}$  einen Laufzeitunterschied von  $1 \mu\text{s}$  aufweisen ?

(c) Mit dem Aufbau aus (b) wird ein molekulares Gas mit der Masse  $m_3 = 74 \text{ AME}$  analysiert. Bei der Ionisation entstehen einfach und zweifach ionsierte Teilchen. Berechnen Sie den Flugzeitunterschied dieser Ionen.

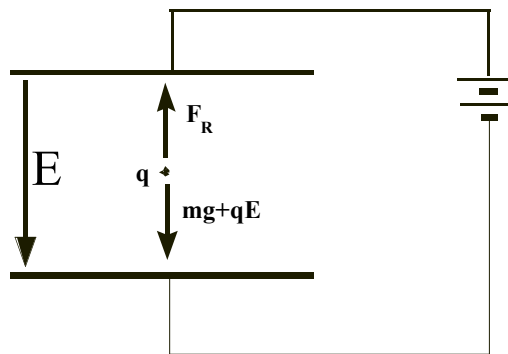
*Hinweis:* 1 AME entspricht  $1/12$  der Masse des Kohlenstoffisotops  $^{12}\text{C}$

**(2 Pkte)**

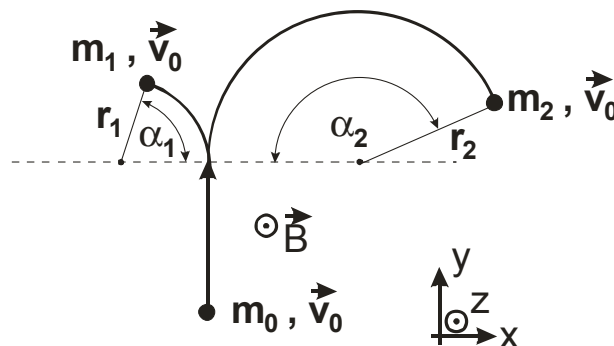
4) Zur Messung der elektrischen Elementarladung sprüht man nach MILLIKAN Öltröpfchen zwischen die Platten eines Kondensators (vgl. Bild). Durch den Sprühvorgang werden die Tröpfchen mit einer oder mehreren elektrischen Elementarladungen versehen. Ein Lichtstrahl macht die Öltröpfchen sichtbar, sodass 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  $v_1 = 1,930 \text{ mm/s}$ . 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)



5) Ein neutrales Teilchen mit der Masse  $m_0 = 3,8 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  driftet in einer Blasenkammer mit der Geschwindigkeit von  $v_0 = 10^{-2} \text{ c}$ . In der Blasenkammer befindet sich ein homogenes Magnetfeld  $B = 100 \text{ mT}$  ( $B$  steht normal auf  $v_0$  und zeigt aus der Papierebene, siehe Skizze). Zum Zeitpunkt  $t_0$  zerfällt das Teilchen in ein einfach positiv und ein einfach negativ geladenes Teilchen. Diese Teilchen bewegen sich mit  $v_0$  weiter. Die Radien der Teilchenbahnen betragen  $r_1 = 30 \text{ cm}$  und  $r_2 = 39 \text{ cm}$  (siehe Skizze). Die Teilchenbahnen enden bei den Winkeln  $\alpha_1 = 68^\circ$  und  $\alpha_2 = 127^\circ$  (siehe Skizze). Außerdem werden bei diesem Zerfallsprozess ein Photon und ein Neutrino emittiert, die aber in der Blasenkammer keine Spur hinterlassen.



- Berechnen Sie die Masse  $m_+$  des einfach positiv geladenen Teilchens
- Bestimmen Sie die Lebensdauer  $\tau_+$  des einfach positiv geladenen Teilchens.

(2 Pkte)