Klasse F12T4
2. Schulaufgabe aus der Physik
am 21.02.2013

**Aufgabe 1**

1.0 Auf der Oberfläche eines kugelförmiger Ballons befindet sich gleichmäßig verteilt eine Ladung von 2,5 nC. Die Ballonoberfläche befindet sich auf einem Potential von 0,50 kV gegenüber dem unendlich fernen Nullpotential.

1.1 Berechnen Sie den Radius $r_B$ des Ballons. [3 BE]

1.2.0 In die Nähe des Ballons wird nun eine Kondensatorkugel mit einer Ladung von 10 nC gebracht. Der Abstand der Mittelpunkte beträgt d = 30 cm.

1.2.1 Im Punkt P auf der Verbindungslinie beider Mittelpunkte wirkt auf ein geladenes Teilchen keine elektrische Gesamtkraft. Berechnen Sie die Entfernung e des Punktes P vom Mittelpunkt der Kondensatorkugel. [6 BE]

1.2.2 Begründen Sie, ob und wenn ja, in welche Richtung sich der Punkt P verschiebt, wenn der Luftballon langsam Luft, aber keine Ladung verliert. [2 BE]

**Aufgabe 2**

2.0 Elektronen (Masse $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg; Ladung $|q| = e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ As) mit vernachlässigbarer Anfangsgeschwindigkeit werden im Raum zwischen den Platten P1 und P2 auf einer Strecke von $s_0 = 6{,}0$ cm von der Spannung $U_B$ auf die Geschwindigkeit vom Betrag $v_0 = 6{,}50 \cdot 10^6\ \mathrm{ms^{-1}}$ beschleunigt. Durch eine Lochblende in P2 gelangen sie in das zeitlich konstante, homogene elektrische Feld $\vec{E}$ eines Ablenkkondensators, dessen quadratische Platten die Kantenlänge $\ell = 5{,}0$ cm und den Abstand d = 4,0 cm haben.
Die Feldlinien sind senkrecht zur Eintrittsgeschwindigkeit $\vec{v}_0$ gerichtet.
Die Anordnung befindet sich im Vakuum; die Gewichtskraft wird nicht berücksichtigt.

2.1 Berechen Sie die Spannung $U_B$, die an der Platte P2 anliegen muss, damit die Elektronen eine Geschwindigkeit von Betrag $v_0 = 6{,}50 \cdot 10^6\ \mathrm{ms^{-1}}$ erreichen. [4 BE]

2.2 Ermitteln Sie durch allgemeine Rechnung eine Gleichung der Bahnkurve bezüglich eines geeignet gewählten x-y-Koordinatensystems, auf der sich die Elektronen im Ablenkkondensator bewegen. Führen Sie eine ausführliche Einheitenkontrolle durch. [4 BE]
(mögliches Ergebnis: $y = \frac{|q| \cdot U_A}{2 \cdot m \cdot v_0^2 \cdot d} \cdot x^2$ mit $0 \le x \le \ell$)

2.3.0 Die Ablenkspannung $U_A$ wird so eingestellt, dass die Ablenkung h der Elektronen nach oben unmittelbar beim Verlassen des Kondensators 1,7 cm beträgt.

2.3.1 Berechnen Sie die erforderliche Ablenkspannung $U_A$. [4 BE]
(Ergebnis: $U_A = 0{,}13$ kV)

2.3.2 Berechnen Sie den Winkel φ, unter dem die Elektronen den Kondensator verlassen, sowie den Betrag ihrer Bahngeschwindigkeit v beim Verlassen. [7 BE]

2.4.0 Zusätzlich zum elektrischen Feld wird nun ein zeitlich konstantes, homogenes magnetisches Feld der Flussdichte $\vec{B}$ angelegt. Betrag und Richtung der Flussdichte werden so gewählt, dass sich die Elektronen im Bereich des Kondensators geradlinig nach rechts bewegen.

2.4.1 Geben Sie an, wie der Vektor der magnetischen Flussdichte orientiert sein muss und berechnen Sie seinen Betrag B. [5 BE]
(Ergebnis: B = 0,50 mT)

2.5.0 Nach dem Verlassen des Kondensatorbereichs verläuft die weitere Bahn der Elektronen vollständig im Bereich II im homogenen magnetischen Feld der Flussdichte B = 0,50 mT, wobei $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$ ist.

2.5.1 Erläutern Sie, warum sich die kinetische Energie der Elektronen dann nicht mehr ändert. [2BE]

2.5.2 Berechnen Sie den Radius r der Kreisbahn, auf der sich die Elektronen im Bereich II bewegen. [5 BE]

2.6.0 In den Bereich zwischen den beiden vertikalen Platten P1 und P2 wird nun bei sonst gleich bleibenden Bedingungen parallel zu den beiden Platten bei $s_G = 4{,}0$ cm ein Gitter eingebracht, das elektrisch leitend mit der Platte P2 verbunden wird.

2.6.1 Skizzieren Sie den Verlauf des elektrischen Potentials φ(s) für $0 \le s \le s_0$, wobei s der Abstand von der Glühwendel auf der Verbindungslinie Glühwendel-Lochblende ist. [5 BE]