Experimentalphysik II **WS 2005/06** **Rüdt/Fumagalli**

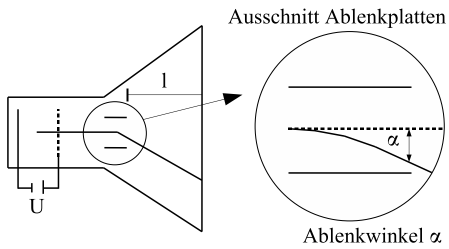
2. Übung (Abgabe Mi., 9. November *zu Beginn* der Vorlesung) Gesamtpunktzahl: 10 Punkte

`http://www.physik.fu-berlin.de/~ag-fumagalli/lehre/physik2_ws0506/index.phys2.htm`

---

1. Braunsche Röhre

Berechnen Sie die Bahnkurve eines Elektrons in einer Braunschen Röhre unter Vernachlässigung der Gravitation. Das Elektron wird zunächst durch eine Spannung von $U = 5$ keV in der Elektronenkanone beschleunigt. Der Elektronenstrahl durchläuft dann auf einer Strecke von 2 cm ein konstantes elektrisches Feld von 100 kV/m, das den Elektronenstrahl senkrecht zu seiner ursprünglichen Bahn ablenkt.



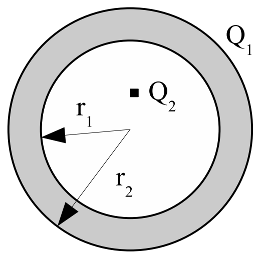
Wo trifft der Elektronenstrahl auf den Leuchtschirm, der im Abstand von $l = 20$ cm vom Plattenpaar der Ablenkeinheit aufgestellt ist? Geben Sie den Ort relativ zu einem nicht abgelenkten Strahl an. Führen Sie dazu folgende Zwischenschritte durch:

a) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Elektrons? Denken Sie dabei darüber nach, ob noch nichtrelativistisch gerechnet werden darf.
b) Wie lange hält sich das Elektron zwischen den Ablenkplatten auf?
c) Welche Strecke senkrecht zur ursprünglichen Bahnkurve legt das Elektron im Ablenkplattenpaar zurück?
d) Welchen Winkel zur ursprünglichen Bahn nimmt die Bahn hinter dem Ablenkplattenpaar ein?

(2 Punkte)

2. Potential und Feld einer geladenen Leiterhohlkugel mit eingeschlossener isolierter Punktladung

Eine leitende Hohlkugel wird mit der Ladung Q_1 aufgeladen. Danach wird eine isolierte Punktladung Q_2 im Innern ohne Kontakt zur Hohlkugel angebracht.



a) Zeichnen Sie qualitativ die Feldlinien im Innern der Hohlkugel und für den Außenbereich.
b) Berechnen Sie mithilfe des Gauß'schen Satzes, wo an der Hohlkugel Oberflächenladungen entstehen und wie groß diese sind.
c) Berechnen Sie mithilfe des Gauß'schen Satzes das elektrische Feld außerhalb der Kugel.

(2 Punkte)

3. Gradient, Divergenz und Rotation

Sei $r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$. Berechnen Sie
a) den Gradienten von $1/r$, $\ln(r)$ und r^n.
b) die Divergenz von $\vec{r}/r^3$.
c) die Rotation von $A(x, y, z) = (-By, Bx, 0)/2$, wobei B eine beliebige Konstante sei.

(2 Punkte)

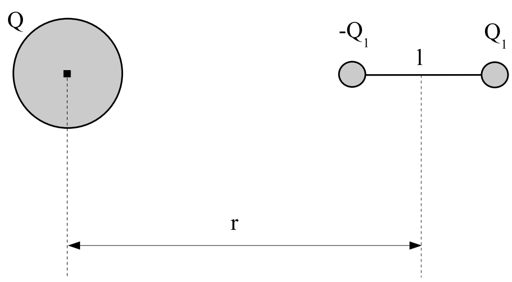
4. Bindungsenergie eines Dipols

Bestimmen Sie die Bindungsenergie eines Dipols, indem Sie die Energie berechnen, die frei wird, wenn die eine Ladung des Dipols aus dem Unendlichen bis auf den Abstand r_0 an die andere Ladung herangebracht wird.

(2 Punkte)

5. Kraft auf einen Dipol

Im Feld der kugelförmigen Ladung Q befinden sich die miteinander im Abstand l verbundenen Punktladungen Q_1 und $-Q_1$.
a) Berechnen Sie die Kraft F, mit der dieser Dipol von Q angezogen wird.
b) Den erhaltenen Ausdruck können Sie umformen, indem Sie die Potenzreihenentwicklung



$$(1 \pm x)^{-2} = 1 \mp 2x + 3x^2 \mp 4x^3 + \ldots$$

benutzen.
<u>Hinweis</u>: Entwickeln Sie lediglich bis zur zweiten Ordnung in l. Führen Sie die Umformung so aus, daß Sie für den Grenzübergang zum reinen Dipol ($l \to 0$ bei $Q_1 \cdot l = const.$) einen einfachen Ausdruck erhalten.

(2 Punkte)