

Übungsblatt 2 Ausgabe:22.04.08 Abgabe: 29.04.08	Plasmaphysik I Prof. Dr. H.-J. Kull Lehr- und Forschungsgebiet Laserphysik	Mitarbeiter: Stefan.Bollmann @rwth-aachen.de
---	--	--

- (A1) Eine Vakuumdiode bestehe aus zwei parallelen, unendlich ausgedehnten Elektroden, einer Kathode bei  $x = 0$  auf dem Potential  $\phi(0) = 0$  und einer Anode bei  $x = L$  auf dem Potential  $\phi(L) = V$ . An der Kathode werden so viele Elektronen emittiert, dass der Strom durch deren Raumladung begrenzt wird.
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeit  $v(x)$  eines Elektrons im Potential  $\phi(x)$ .
  - Zeigen Sie, dass die Stromdichte  $j$  unter stationären Bedingungen ( $\partial_t n(x) = 0$ ) konstant ist.
  - Bestimmen Sie die Elektronendichte  $n(x)$  im Potential  $\phi(x)$  unter stationären Bedingungen.
  - Bestimmen Sie das Potential  $\phi(x)$  mit der Randbedingung  $\phi(0) = \frac{d}{dx}\phi(0) = 0$ .
  - Berechnen Sie also die stationäre Stromdichte  $j$  und zeigen Sie, dass das Child-Langmuir-Gesetz  $j \sim V^{\frac{3}{2}}$  gilt.
- (A2) Ein Elektron (Ladung  $q$ , Ruhemasse  $m$ ) bewege sich in einer Ebene senkrecht zu einem konstantem Magnetfeld  $\mathbf{B}$  mit einer Energie  $W = \gamma mc^2$ ,  $\gamma = (1 - \frac{v^2}{c^2})^{-\frac{1}{2}}$ .
- Geben Sie die relativistische Bewegungsgleichung für das Elektron an.
  - Zeigen Sie, dass die Energie  $W = \gamma mc^2$  eine Erhaltungsgröße ist.
  - Bestimmen Sie den Gyrationradius  $r_g$  der Bahn als Funktion von  $\mathbf{B}$  und  $W$ .
- (A3) Ein Elektronenstrahl mit Radius  $r_b$  besitze eine konstante Stromdichte  $j_b$  und Stromstärke  $I_b = j_b \pi r_b^2$ .
- Berechnen Sie das Magnetfeld, das innerhalb und außerhalb des Strahls erzeugt wird und geben Sie das maximale Magnetfeld  $B_{\max}$  an.
  - Geben Sie eine Abschätzung für den größten Strom (Alfvén-Strom) an, den der Strahl transportieren kann. Verwenden Sie hierzu die Bedingung  $\frac{r_b}{2} \leq r_g$ , wobei  $r_g$  den Gyrationradius im maximalen Magnetfeld des ungestörten Strahls bezeichnet.