

Übungsblatt 1 Ausgabe: 10.04.08 Abgabe: 17.04.08	Plasmaphysik I Prof. Dr. H.-J. Kull Lehr- und Forschungsgebiet Laserphysik	Mitarbeiter: Stefan.Bollmann @rwth-aachen.de
--	--	--

(A $\frac{1}{2}$) Melden Sie sich in dem L2P-Lernraum dieser Übung an! Den Link dazu finden Sie auf der Campus-Seite der Übung.

(A1) In ein vollionisiertes Wasserstoffplasma wird eine ebene Platte mit der Flächenladungsdichte σ eingebracht. Die Dicke der Platte sei vernachlässigbar. Berechnen Sie das elektrische Potential $\phi(x)$ im Abstand x von der Platte nachdem sich ein thermisches Gleichgewicht mit der Temperatur T eingestellt hat.

- a) Geben Sie die Ladungsdichten der Elektronen, Ionen und der Platte an. Der Ort der Platte werde durch eine Delta-Funktion $\delta(x)$ beschrieben.
- b) Geben Sie die Poisson-Gleichung für das elektrische Potential an und verwenden Sie dabei die dimensionslosen Größen

$$y = \frac{e\phi}{T}, \quad \xi = \frac{x}{\lambda_D}, \quad \lambda_D^2 = \frac{T}{8\pi e^2 n_{i\infty}}, \quad p = \frac{\sigma}{2en_{i\infty}\lambda_D}$$

wobei e die positive Elementarladung und $n_{i\infty}$ die ungestörte Ionendichte in großem Abstand von der Platte bezeichnet.

- c) Integrieren Sie die Poisson-Gleichung ohne Näherungen mit den Randbedingungen

$$E(0+) - E(0-) = 4\pi\sigma, \quad E(\pm\infty) \rightarrow 0, \quad \phi(\pm\infty) \rightarrow 0.$$

Beachten Sie dabei die Analogie zu einer Newtonschen Bewegungsgleichung mit einer konservativen Kraft. Begründen Sie die Randbedingungen physikalisch.

- d) Welchen Wert besitzt das Potential bei $x = 0$. Betrachten Sie die Grenzfälle $p \ll 4$ und $p \gg 4$.
- e) Zeigen Sie, daß das Potential für große Abstände mit der Abklingkonstante λ_D exponentiell abfällt.

(A2) Eine ebene Folie mit vernachlässigbarer Dicke werde mit einem Femtosekundenlaser ionisiert. Die Elektronen werden auf eine Temperatur T aufgeheizt, während die Ionen aufgrund ihrer größeren Trägheit unbeweglich bleiben. Die Ionenladung werde durch eine Flächenladungsdichte σ am Ort $x = 0$ beschrieben. Bestimmen Sie das Potential $\phi(x)$ im Abstand x von der Folie im thermischen Gleichgewicht bei der Temperatur T .

- a) Geben Sie die Poisson-Gleichung für das Potential an.
- b) Welche Randbedingungen müssen die Elektronendichte n_e , das elektrische Feld E und das Potential Φ für $x \rightarrow \infty$ erfüllen?
- c) Welche Sprungbedingungen gelten für diese Größen bei $x = 0$?
- d) Bestimmen Sie die Lösung der Poisson-Gleichung, die die Rand- und Sprungbedingungen erfüllt. Zeigen Sie, daß das elektrische Feld und die Elektronendichte für große Abstände jeweils mit einem Potenzgesetz abfallen.