Prof. Dr. Holger Stark
Johannes Blaschke, Alice von der Heydt, Benjamin Lingnau, Maria Zeitz,
Samuel Brem, Christopher Wächtler

3. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik

Abgabe: Mo. 09.11.2015 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

M Aufgabe 7: *Laplaceoperator angewendet auf die Deltafunktion*

Verifizieren Sie die vom ersten Übungsblatt bekannte Relation

$$\Delta \frac{1}{|\mathbf{r}|} = -4\pi\delta(\mathbf{r})$$

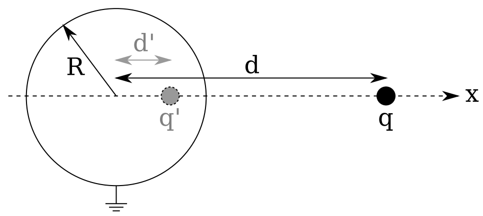
nochmals durch Fouriertransformation des Yukawa-Potentials

$$V(\mathbf{r}) \equiv \frac{e^{-\alpha r}}{r}$$

mit $\alpha > 0$ im Limes $\alpha \to 0$.

S Aufgabe 8 (10 Punkte): *Punktladung vor Metallkugel*

Betrachten Sie im Folgenden eine Punktladung q, die sich vor einer geerdeten Metallkugel entlang der x-Achse im Abstand d zum Kugelmittelpunkt befindet:



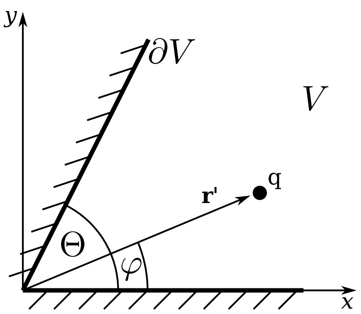
(i) Stellen Sie die Randbedingungen für das elektrostatische Potential $\Phi(\mathbf{r})$ auf.

(ii) Verwenden Sie die Spiegelladungsmethode, um die Poissongleichung für $\Phi(\mathbf{r})$ mit diesen Randbedingungen zu lösen. Nehmen Sie dazu eine Spiegelladung q' im Abstand d' an. Zeigen Sie explizit, dass dieser Ansatz die geforderten Randbedingungen auf der Kugeloberfläche erfüllt.

(iii) Berechnen Sie die elektrostatische Kraft, die die Ladung q auf die Kugel ausübt.

S Aufgabe 9 (10 Punkte): *Randbedingungen*

Betrachten Sie zwei unendlich ausgedehnte geerdete Metallplatten, die sich entlang der z-Achse im Winkel von $0 < \Theta < 2\pi$ schneiden. Diese definieren den Rand ∂V des eingeschlossenen Raums V. Es sei $\Phi(\mathbf{r}) = 0$ $(\mathbf{r} \in \partial V)$. Zwischen den Metallplatten befinde sich am Ort $\mathbf{r}' = (r' \cos\varphi, r' \sin\varphi, 0)$ eine Punktladung q. Es sei $0 < \varphi < \Theta$.



Bitte Rückseite beachten!⟶

(i) Wenden Sie die Spiegelladungsmethode an, um das elektrostatische Potential $\Phi(\mathbf{r}), r \in V$ innerhalb von V zu berechnen. Überlegen Sie sich dazu geometrisch, für welche Winkel Θ diese Methode funktioniert und beschränken Sie sich im Folgenden auf diese Fälle.

Hinweis: Sie können die Rotationsmatrix $\underline{\underline{R}}_z(\alpha)$ verwenden, die einen Vektor um die z-Achse um den Winkel α dreht.

(ii) Für eine beliebige Ladungsverteilung $\rho(\mathbf{r}')$ innerhalb von V lässt sich das resultierende Potential mit Hilfe der Green'schen Funktion berechnen:

$$G(\mathbf{r},\mathbf{r}') = G_0(\mathbf{r},\mathbf{r}') + F(\mathbf{r},\mathbf{r}') \tag{1}$$

Dabei ist $G_0(\mathbf{r},\mathbf{r}') = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}$ die bekannte Green'sche Funktion des freien Raums. Berechnen Sie mit Hilfe des vorigen Aufgabenteils nun die Funktion $F(\mathbf{r},\mathbf{r}')$, mit der die Randbedingungen erfüllt werden.

Zum Übungsbetrieb: Die Übungsaufgaben teilen sich auf in mündliche M und schriftliche S Aufgaben. Die Bedingung für die Vergabe eines Übungsscheins gliedert sich daher in zwei Teile:

- Es müssen mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte erreicht werden. Die Abgabe erfolgt in Dreiergruppen. Ab dem zweiten Übungsblatt werden Einzel- und Zweierabgaben nicht mehr akzeptiert!
- Vorrechnen: Jeder Student kreuzt vor jeder Übung diejenigen Aufgaben auf einer ausliegenden Liste an, die er oder sie bearbeitet hat. Wer eine Aufgabe angekreuzt hat, ist bereit diese Aufgabe an der Tafel vorzurechnen. Für den mündlichen Teil des Scheinkriteriums müssen am Ende des Semesters in Summe 50% der mündlichen Aufgaben angekreuzt sein.

	Mo	**Di**	**Mi**	**Do**	**Fr**
08-10					EW 203 HS
10-12				EB 133C AH/MZ	BH-N 333 BL/JB
12-14	ER 164 CW	H 3012 SB	EW 203 HS		
14-16			H 1029 CW		
16-18			BH-N 333 SB		

Sprechstunden			
HS	Prof. Dr. Holger Stark	Fr 11:30–12:30	EW 709
AH	Alice von der Heydt	Do 13–14	EW 266
BL	Benjamin Lingnau	Di 14–15	EW 629
CW	Christopher Wächtler	Mo 14–15	EW 060
JB	Johannes Blaschke	Do 10–11	EW 708
MZ	Maria Zeitz	Mi 10–11	EW 702
SB	Samuel Brem	Di 11–12	EW 060