Name(n): **Gruppe:**

Aufgabe 1 Schönes Wetter und atmosphärische elektrische Felder (4 Punkte)

Bei ungestörtem schönen Wetter beträgt das lotrechte elektrische Feld in Bodennähe $E_1 = 130\,V/m$ und in $h = 10km$ Höhe $E_2 = 4\,V/m$.

a) Welche Flächenladungsdichte σ der Erdoberfläche und welche (als homogen angenommene) Raumladungsdichte ϱ der Atmosphäre folgt aus diesen Angaben?

b) Welche Potentialdifferenz U herrscht zwischen Erdoberfläche und $10\ km$ Höhe?

Aufgabe 2 Gewitterwolken (Einzeiler) (2 Punkte)

27 Regentropfen vom Radius r mit je einer elektrischen Ladung q vereinigen sich zu einem großen Tropfen vom Radius $3r$. Vergleichen sie die elektrische Feldstärke an der Oberfläche des großen Tropfens mit der an der Oberfläche der kleinen Tropfen (unter der Voraussetzung, dass die Ladung homogen im Tropfenvolumen verteilt ist).

Aufgabe 3 Die Hohlkugel (2 Punkte)

Eine Hohlkugel wurde homogen mit einer Ladung Q aufgeladen. Was ist richtig?

1. Im Inneren gibt es kein Feld und keinen Fluss.
2. Im Inneren gibt es kein Feld, aber einen Fluss.
3. Im Inneren gibt es ein Feld, aber keinen Fluss.
4. Im Inneren muss es sowohl Feld als auch Fluss geben.
5. Im Inneren ist das Feld, der Fluss und das Potential gleich Null.
6. Im Inneren ist das Feld und das Potential Null, aber der Fluss ungleich Null.
7. Im Inneren ist das Feld und der Fluss Null, aber das Potential ungleich Null.
8. Im Inneren ist das Feld und der Fluss ungleich Null, aber das Potential Null.
9. Im Inneren ist sowohl das Feld als auch das Potential als auch der Fluss ungleich Null.

Aufgabe 4 Coulomb Feld! Konservatives Feld? (4 Punkte)

Zeigen sie, dass die Coulombkraft $F(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1 Q_2}{r^3}\vec{r}$ ein konservatives Kraftfeld ist.

Führen sie den Beweis sowohl mit Hilfe von kartesischen, als auch mit Kugelkoordinaten. Nutze dabei:

$$\nabla \times \vec{v} = \frac{1}{r\sin\theta}\left[\frac{\partial}{\partial\theta}\left(v_\phi \sin\theta\right) - \frac{\partial}{\partial\phi}v_\theta\right]\overrightarrow{e_r} + \frac{1}{r\sin\theta}\left[\frac{\partial}{\partial\phi}v_r - \sin\theta\frac{\partial}{\partial r}(rv_\phi)\right]\overrightarrow{e_\theta} + \frac{1}{r}\left[\frac{\partial}{\partial r}(rv_\theta) - \frac{\partial}{\partial\theta}v_r\right]\overrightarrow{e_\phi}$$

Aufgabe 5 Zylinderkondensator (4 Punkte)

Ein Zylinderkondensator besteht aus zwei leitenden Hohlzylindern mit der Länge L und den Radien R_1 und R_2 ($>R_1$), die konzentrisch angeordnet sind. Der Innenzylinder trage die Ladung Q_1 und der Außenzylinder die Ladung $Q_2 = -Q_1$. Der Kondensator befinde sich im Vakuum.

(a) Berechnen Sie die elektrische Feldstärke $E(r)$ zwischen den Zylinderwänden mit Hilfe von $\oint_A \vec{E}\,d\vec{A} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$. Es sei $L \gg R_1, R_2$ so dass die Integration über die Stirnseiten des Zylinderkondensators ebenso wie Effekte auf $\vec{E}$ aufgrund der endlichen Länge L vernachlässigt werden können.

(b) Berechnen Sie die Kapazität des Zylinderkondensators, indem Sie zunächst die Potentialdifferenz zwischen den Zylindern ermitteln:

$$U = \Phi(R_2) - \Phi(R_1) = -\int_{R_1}^{R_2} \vec{E}(r)\,d\vec{r}$$

Nutzen sie ihr Wissen bezüglich des Koaxialkabel (Aufgabenblatt 3, Aufgabe 3d).