

1 Passen eher zu Elektrodynamik I

1.1 Kondensatoren und Satz von Gauß

Berechne mit dem Satz von Gauß die Kapazität von einem

- (a) Plattenkondensator mit Fläche A und Plattenabstand d
- (b) Kugelkondensator mit Radien r und R
- (c) Zylinderkondensator mit Radien r und R sowie Höhe H

1.2 Ein Draaaaaahht

Berechne das elektrische Feld und elektrische Potenzial eines unendlich langen Drahtes mit linearer Ladungsdichte λ

1.3 Kugeln an Fäden

Zwei Kugeln mit gleicher Ladung Q und Masse m hängen an Fäden der Länge ℓ und stoßen sich ab, sodass sich ein Winkel ϕ zwischen den Fäden ergibt. Berechne Q in Abhängigkeit von ϕ .

1.4 Zyklotron

Ein Teilchen bewegt sich in einem homogenen Magnetfeld der Stärke B , das senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung steht. Was für eine Bahn beschreibt das Teilchen?

1.5 Wien-Filter

Durch einen langen *Wien-Filter* wird ein Teilchenstrahl in x -Richtung geschossen. Im Filter liegen ein Elektrisches Feld $\vec{E} = E\vec{e}_y$ und $\vec{B} = B\vec{e}_z$ vor. Welche Geschwindigkeit könnten Teilchen die aus dem Filter kommen haben?

1.6 Magnetfelder

Berechne das Magnetfeld

- (a) eines unendlich langen Drahtes,
- (b) im Inneren einer langen Spule der Länge L und Windungszahl N ,

durch das/die ein Strom I fließt.

1.7 Weirde Kabel

- (a) Ein Koaxialkabel besteht aus einem Kabel mit Radius r , das von einem Hohlkabel mit Radius R umschlossen wird. Im inneren Kabel fließt der Strom I , im äußeren Kabel der Strom $-I$. Berechne das Magnetfeld im gesamten Raum.
- (b) Ein (massive) Kabel vom Radius R hat ein Loch von Radius r , dessen Mittelpunkt Abstand a vom Zentrum des Kabels hat. Es fließt ein Strom I . Berechne das Magnetfeld im gesamten Raum

2 Passen eher zu Elektrodynamik II

2.1 Rechenregeln

Zeige

$$(a) \quad \nabla \cdot (\vec{A} \times \vec{B}) = \vec{B} \cdot (\nabla \times \vec{A}) - \vec{A} \cdot (\nabla \times \vec{B})$$

$$(b) \quad \nabla \times (\vec{A} \times \vec{B}) = \vec{A} \nabla \cdot \vec{B} - \vec{B} \nabla \cdot \vec{A} + (\vec{B} \cdot \nabla) \vec{A} - (\vec{A} \cdot \nabla) \vec{B}$$

$$(c) \quad \nabla(\vec{A} \cdot \vec{B}) = \vec{A} \times (\nabla \times \vec{B}) + \vec{B} \times (\nabla \times \vec{A}) + (\vec{B} \cdot \nabla) \vec{A} + (\vec{A} \cdot \nabla) \vec{B}$$

Tipp: Interpretiere die Produktregel wie folgt: $\nabla = \nabla_A + \nabla_B$, wobei ∇_A nur auf \vec{A} wirkt und ∇_B nur auf \vec{B} wirkt. (Dann kommutiert ∇_A mit \vec{B} und ∇_B mit \vec{A})

2.2 Induktivität

Zwei kreisförmige Spulen (Windungszahlen N, N' , beide Länge L , Radien R, R') wurden ineinander gesteckt. Berechne die gegenseitige Induktivität der Spulen.

2.3 Spiegelladungen

Ein Teilchen der Ladung q hat

- (a) Abstand d zu einer geerdeten Metallwand.
- (b) Abstand d zu *zwei* geerdeten Metallwänden die einen rechten Winkel einschließen.
- (c) Abstand d zu einer geerdeten Metallkugel mit Radius r .

Berechne das Elektrische Feld außerhalb des Metalls und die Anziehung zwischen Teilchen und Metall.

Tipp: Es ist sinnvoll einen Ansatz mit einer Spiegelladung zu machen. Versuche auch zu begründen warum dieser zur richtigen Lösung führt.

2.4 Ein Ring sie zu knechten

wir betrachten einen geschlossen, kreisförmigen Ring von Radius R durch den ein Strom I fließt.

- (a) Berechne das Magnetfeld des Rings auf seiner Achse.
- (b) Berechne das Magnetfeld des Rings für jeden Punkt in Fernfeldnäherung (d. h. nur die führende Ordnung).

2.5 Noch eine schwierige Aufgabe zum Schluss

- (a) In einem Ladungsfreien Teil des Raums liegt ein Potential $\Phi(\vec{r})$ vor. Zeige, dass der Mittelwert von $\Phi(\vec{r})$ über eine Kugeloberfläche gleich dem Wert von $\Phi(\vec{r})$ im Kugelmittelpunkt ist.

Tipp: Satz von Gauß und Laplace-Gleichung.

- (b) Begründe mit (a) warum es nicht möglich ist ein geladenes Teilchen mit elektrostatischen Feldern in Vakuum in eine stabile Gleichgewichtslage zu bringen.