

Ferienkurs Elektrodynamik - Übung

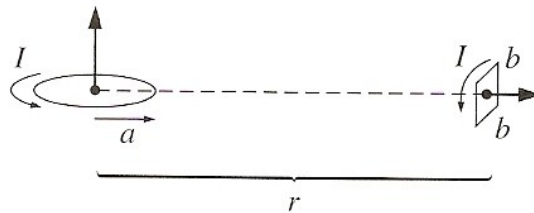
19. August 2009

1 Drehmomente I

Berechnen Sie das Drehmoment, welches der Kreisring auf die quadratische Schleife ausübt (r ist viel größer als a oder b und beide Drähte sind von einem Strom I durchflossen).

Hinweis: Das Feld eines magnetischen Dipols lautet:

$$\vec{B}_{dip} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{3(\vec{\mu} \cdot \vec{r})\vec{r}}{r^5} - \frac{\vec{\mu}}{r^3} \right]$$



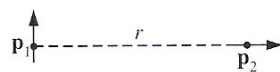
2 Drehmomente II

Die abgebildeten p_1 und p_2 sind perfekte Dipole. Berechnen Sie das Drehmoment auf p_2 durch das Feld von p_1 .

Finden sie dazu einen Ausdruck für das elektrische Feld eines Dipols in Polarkoordinaten. Um dies zu erreichen betrachten Sie die Formel für das Dipolpotential

$$\Phi_{dip} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r} \cdot \vec{p}}{r^3}$$

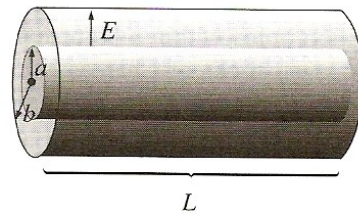
und schreiben Sie sie durch Auflösen des Skalarprodukts um. Der Gradient in Polarkoordinaten lautet: $\vec{\nabla} = \frac{\delta}{\delta r} \vec{e}_r + \frac{1}{r} \frac{\delta}{\delta \theta} \vec{e}_\theta$ wobei der ϕ -Anteil weggelassen wurde.



3 Ohm

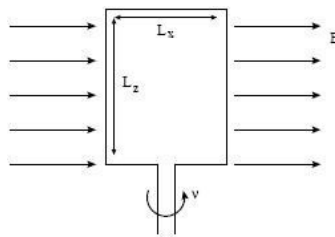
Zwei konzentrische Zylinder sind durch ein Material der Leitfähigkeit σ getrennt. Welcher Strom fließt von dem einen zum anderen Zylinder auf einer Länge L , wenn sie auf einem Potential V gehalten werden?

Gehen Sie zur Berechnung des elektrischen Feldes davon aus, dass auf dem inneren Zylinder die Ladung Q ist. Beim Endergebnis können Sie Q dann mit Hilfe der Spannung ausdrücken.



4 Induktion I

Die im Bild gezeigte Schleife rotiert mit Frequenz ω im konstanten Magnetfeld \vec{B} . Berechnen Sie die erzeugte Spannung in der Schleife.



5 Induktion II

Ein unendlich langer idealer Draht entlang der z -Achse wird von einer konstanten Stromdichte j in positiver Richtung durchflossen. Eine quadratische Leiterschleife in der xz -Ebene mit Seitenlänge a und Seiten parallel zur z und x -Achse entferne sich mit konstanter Geschwindigkeit $\vec{u} = (u, 0, 0)$ vom Stromfaden.

Bestimmen Sie das Magnetfeld außerhalb des Drahtes mit Hilfe von Ampere und die in der Leiterschleife induzierte Spannung.

6 Induktion III

Durch eine lange Zylinderspule mit dem Innenradius a fließt ein zeitabhängiger Strom, so dass sich das Feld im Innern wie $\vec{B}(t) = B_0 \cos(\omega t) \vec{e}_z$ verhält.

Ein leitender Ring mit Radius $a/2$ und Widerstand R befindet sich koaxial in der Spule. Berechnen Sie den Strom im Ring.

7 Induktion IV

Ein homogenes zeitabhängiges Magnetfeld $\vec{B}(t) = B(t)\vec{e}_z$ durchströmt die xy -Ebene. Berechnen Sie das \vec{E} -Feld auf dieser Ebene.

8 Maxwellgleichungen I

Leiten Sie die Kontinuitätsgleichung für Ladung und Strom aus den Maxwellgleichungen ab.

9 Maxwellgleichungen II

Leiten Sie aus den Maxwellgleichungen die Wellengleichung für das elektromagnetische Feld im Vakuum her.

Hinweis: $\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) - \Delta \vec{E}$

10 Lenz

Zwei identische Dauermagneten fallen zum gleichen Zeitpunkt durch zwei Rohre mit genau gleichen Abmessungen. Das erste Rohr besteht aus Kunststoff, das zweite aus Kupfer. Fallen sie gleich schnell durch die Rohre?

Versuchen Sie, sich dieses Problem zu erklären!