2. Klausur

Altfragen

2019

1. Zeigen Sie die Quellfreiheit des Magnetfelds $B^i(x^m)$ unter Verwendung des Amperéschen Ausdrucks, welcher $B^i(x^m)$ in Abhängigkeit von der Volumsstromdichte $J^i(x^m)$ darstellt.
2. Für zwei Flächen F_1, F_2, welche durch dieselbe Kurve γ berandet werden (d.h. $\partial F_1 = \partial F_2 = \gamma$), weise man die Gleichheit des magnetischen Flusses durch diese Flächen, unter Verwendung der magnetostatischen Maxwellgleichungen, nach.

2013

1. Zeigen Sie unter Zuhilfenahme des Biot-Savart'schen Ausdrucks für das Magnetfeld $B^i(x^m)$ in Abhängigkeit von der Volumsstromdichte $J^i(x^m)$ die Divergenzfreiheit von $B^i(x^m)$.

2. Unter Verwendung der magnetostatischen Maxwellgleichungen bestimme man die Rotation der Volumsstromdichte $J^i(x^m)$. Den so gewonnen Ausdruck löse man nach $B^i(x^m)$ unter Zuhilfenahme der Green-Funktion des Laplace-Operators auf.

2013 Ersatztest

1. Unter Verwendung des Biot-Savart'schen Ausdrucks für das Magnetfeld $B^i(x^m)$ in Abhängigkeit von der Volumsstromdichte $J^i(x^m)$ zeige man die Abwesenheit von magnetischer Ladung.

2. Zeigen Sie unter Verwendung der zweiten magnetostatischen Maxwellgleichung, dem Ampéreschen Gesetz, die Divergenzfreiheit der Stromdichte $J^i(x^m)$

2011

1. Weisen Sie die Quellfreiheit des magnetischen Feldes, unter Benutzung des Biot-Savart'schen Ausdrucks für das Magnetfeld $B^i(x^m)$ in Abhängigkeit von der Volumsstromdichte $J^i(x^m)$, nach.

2. Zeigen Sie, dass die stationäre (zeitunabhängige) Kontinuitätsgleichung eine direkte Konsequenz des Ampere'schen Gesetzes zwischen Magnetfeld $B^i(x^k)$ und Volumsstromdichte $J'(x^k)$ darstellt.

Formelsammlung

Gegenüberstellung der Maxwellgleichungen

	Magnetostatik	Elektrostatik
1.MG	$\varepsilon_{ijk}\partial_j B^k(x^m) = \mu_0 J^i(x^m)$	$\partial_i E^i(x^m) = \frac{\rho(x^m)}{\varepsilon_0}$
2.MG	$\partial_i B^i(x^m) = 0$	$\varepsilon_{ijk}\partial_j E^k(x^m) = 0$

Kraftgesetze

Ampèresches Kraftgesetz:

$$F_{12}^i = \frac{\mu_0}{4\pi}\int ds_1\,\varepsilon_{ijk}\,I_1^j(s_1)\int ds_2\,\frac{e_{klm}\,I_2^l(s_2)\,(x_1^m(s_1)-x_2^m(s_2))}{|x_1^p(s_1)-x_2^p(s_2)|^3}$$

Coulombsches Kraftgesetz:

$$F_{12}^i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2 (x_1^i - x_2^i)}{|x_1^m - x_2^m|^3}$$

Magnetfeld mittels Ampèrescher Ausdruck

$$\begin{aligned}
B^i(x^m) &= \frac{\mu_0}{4\pi}\int d^3x'\,\frac{\varepsilon_{ijk}\,J^j(x'^m)(x^k - x'^k)}{|x^m - x'^m|^3} = \\
&= \underbrace{\varepsilon_{ijk}}_{\varepsilon_{ikj}}(-\partial_k)\underbrace{\left(\int d^3x'\,\frac{J^j(x'^m)}{|x^m - x'^m|}\frac{\mu_0}{4\pi}\right)}_{A^j(x^m)} = \varepsilon_{ikj}\partial_k A^j(x^m) \\
\Rightarrow \partial_i B^i(x^m) &= \underset{\vee}{\varepsilon_{ijk}}\underset{\cup}{\partial_i\partial_j} A^k(x^m) = 0
\end{aligned}$$

E-feld mittels Coulombscher Ausdruck

$$\begin{aligned}
E^i(x^m) &= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int d^3x'\,\frac{\rho(x'^m)(x^i - x'^i)}{|x^m - x'^m|^3} = \\
&= -\partial_i\underbrace{\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int d^3x'\,\frac{\rho(x'^m)}{|x^m - x'^m|}\right)}_{:=V(x^m)} = \\
&= -\partial_i V(x^m) \\
\Rightarrow \varepsilon_{ijk}\,\partial_j E^k(x^m) &= \underset{\vee}{\varepsilon_{ijk}}\underset{\cup}{\partial_i\partial_j} V(x^m) = 0
\end{aligned}$$

Stand 30.Mai.2022