TU Wien

Elektrodynamik

VU 351.019
WS 2016

Aufgabensammlung

Lizenz:

19. Januar 2017

Inhaltsverzeichnis

Werter Student!

Diese Unterlagen werden dir **kostenlos** zur Verfügung gestellt, damit Sie dir im Studium behilflich sind. Sie wurden von vielen Studierenden zusammengetragen, digitalisiert und aufgearbeitet. Ohne der Arbeit von den Studierenden wären diese Unterlagen nicht entstanden und du müsstest dir jetzt alles selber zusammensuchen und von schlecht eingescannten oder abfotographierten Seiten lernen. Zu den Beispielen gibt es verschiedene Lösungen, welche du dir auch erst mühsamst raussuchen und überprüfen müsstest. Die Zeit die du in deine Suche und recherche investierst wäre für nachfolgende Studenten verloren. Diese Unterlagen leben von der Gemeinschaft die sie betreuen. Hilf auch du mit und erweitere diese Unterlagen mit deinem Wissen, damit sie auch von nachfolgenden Studierenden genutzt werden können. Geh dazu bitte auf https://github.com/Painkilla/VU-351.019-Elektrodynamik/issues und schau dir in der TODO Liste an was du beitragen möchtest. Selbst das Ausbessern von Tippfehlern oder Rechtschreibung ist ein wertvoller Beitrag für das Projekt. Nütze auch die Möglichkeit zur Einsichtnahme von Prüfungen zu gehen und die Angaben anderen zur Verfügung zu stellen, damit die Qualität der Unterlagen stetig besser wird. LaTeX und Git sind nicht schwer zu lernen und haben auch einen Mehrwert für das Studium und das spätere Berufsleben. Sämtliche Seminar oder Bachelorarbeiten sind mit LaTeX zu schreiben. Git ist ideal um gemeinsam an einem Projekt zu arbeiten und es voran zu bringen. Als Student kann man auf GitHub übrigens kostenlos unbegrenzt private Projekte hosten.
Mit dem Befehl:

```
$ git clone https://github.com/Painkilla/VU-351.019-Elektrodynamik.git
```

erstellst du eine lokale Kopie des Repositorium. Du kannst dann die Dateien mit einem LaTeX-Editor deiner Wahl bearbeiten und dir das Ergebniss ansehen. Bist du auf GitHub regestriert, kannst du einen Fork(engl:Ableger) erstellen und mit den Befehlen:

```
$ git commit -m ‘‘Dein Kommentar zu den Änderungen’’
$ git push
```

werden deine Ergänzungen auf deinen Ableger am Server gesendet. Damit deine Ergänzungen auch in das zentrale Repositorium gelangen und allen Studierenden zur Verfügung steht musst du nur noch einen Pull-Request erstellen.

1 Einführung

1.1 Analytische Werkzeug

Celbsch-Potentiale 1.
Angenommen f und g sind zwei Skalarfelder im Dreidimensionalen euklidischen Raum. Daraus lässt sich ein Vektorfeld $\vec{v} = (\vec{\nabla} f) \times (\vec{\nabla} g)$ bestimmen, dessen Vektorlinien durch die Schnittkurven der beiden Flächenscharen $f = const$ und $g = const$ gebildet werden. f und g werden dann die CLEBSCH-Potentiale von $\vec{v}$ genannt. Berechnen Sie die Quellendichte von $\vec{v}$.
Hinweis:

Ableitung eines Skalarfeldes 2.
Berechnen Sie die Ableitung des Skalarfeldes $H(\vec{r}) = C \cdot (3x^2y - y^2z + 2z^3x)$ im Punkt $(x, y, z) = (1; 1; 1)$ in der radialen Richtung $\vec{e}_r = \vec{r}/r$ mit $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.
Hinweis:

2 Elektromagnetische Felder

2.1 Globale und Lokale Eigenschaften

2.2 Die Feldgleichungen in Sonderfällen

2.3 Energie und Impuls

Lorenzkraft an einem T-Stück 3.
Das linke Bild zeigt, wie die magnetische Flussdichte in der Umgebung eines gleichförmig Strom durchflossenen Streifens zu berechnen ist.
$\vec{B}(\mathscr{P}) = \frac{\mu_0 K}{2\pi} \left[\ln\left(\frac{\varrho_1}{\varrho_2}\right) \vec{e}_x + \alpha \vec{e}_y \right]$
Nutzen Sie dieses Ergebnis, um für einen Leiter mit dem rechts angegebenen Profil die längenbezogene resultierende Kraft zu berechnen, die von den beiden senkrechten Schenkeln auf den waagrechten Schenkel ausgeübt wird, also an der Verbindungsstelle V übertragen werden muss.

Hinweis:
$\int \left\{ \begin{array}{c} \arctan(u) \\ \text{arccot}(u) \end{array} \right\} du = u \left\{ \begin{array}{c} \arctan(u) \\ \text{arccot}(u) \end{array} \right\} \mp \ln(\sqrt{1+u^2}) + const$

3 Statische und Stationäre Felder

3.1 Elektrostatik und Quasi-Elektrostatik

Magnetische Skalarpotential 4.
Berechnen Sie für das ebene magnetische Feld mit der Feldstärke
$\vec{H} = \frac{H_0}{a^2}\left[2xy\vec{e}_x + (x^2 - y^2)\vec{e}_y\right]$ ein magnetisches Skalarpotential $\varphi(x, y)$, so dass $\vec{H} = -\vec{\nabla}\varphi$.
Hinweis:

3.2 Spezielle elektrostatsische Felder

Elektrostatisches Potential 5.
An den beiden Mantelflächen eines dickwandigen, beidseitig unendlich langen Kreiszylinders ist das elektrostatische Potential wie angegeben vorgeschrieben. Berechnen Sie das Potential im Bereich $a \leqslant \varrho \leqslant b$.
Hinweis:
Bildbeschreibung: Das Potential entlang des inneren Kreises mit dem Radius a beträgt $\varphi = 0$, entlang des äußeren Kreises b beträgt $\varphi = U_0 \cos(\alpha)$.

3.3 Relaxion und Konvektion elektrischer Ladungen

3.4 Stationäre Magnetfelder

Kreisschleife 6.
Das magnetische Vektorpotential einer stromdurchflossenen Kreisschleife Abb. ergibt sich in Kreiszylinderkoordinaten zu
$\vec{A} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \cdot \frac{2a}{\sqrt{(a+\varrho)^2+z^2}} G\left[\sqrt{\frac{(a-\varrho)^2+z^2}{(a+\varrho)^2+z^2}}\,\right]\vec{e}_\alpha$
mit einer Funktion G, die durch das Integral

$G(\eta) = \frac{1}{\sqrt{2}} \int\limits_0^{\pi} \frac{\cos(\alpha) d\alpha}{\sqrt{1+\eta^2+(1-\eta^2)\cos(\alpha)}}$
definiert ist und sich für kleine η im Bereich $0 < \eta << 1$ durch
$G(\eta) \approx \ln\left(\frac{4}{\eta}\right) - 2$
approximieren lässt. Berechnen Sie damit näherungsweise die gegenseitige Induktivität zweier gleicher, koaxialer Kreisspulen Abb. mit den Radien a und den Windungszahlen N, die in relativ kleinem Abstand b zueinander liegen. ($b^2 << a^2$)
Hinweis:

3.5 Spezielle stationäre Magnetfelder

4 Induktionserscheinungen

4.1 Quasistationäre Felder

4.2 Diffusion magnetischer Felder

5 Elektromagnetische Welllen

5.1 Grundgleichungen und Potentiale

Elektrodynamische Potentiale 7.
In einem leeren Raumbereich wird ein elektromagnetisches Feld in Bezug auf ein kartesisches Koordinatensystem durch die elektrodynamischen Potentiale $\vec{A}(\vec{r},t) = f(x,y)\cos(\omega t)\vec{e}_z$, $\varphi(\vec{r},t) = 0$ beschrieben.

1. Welcher Gleichung hat die Funktion $f(x,y)$ zu genügen?

2. Stellen Sie die zugehörigen Felder der elektrischen Feldstärke, der magnetischen Flussdichte und des Poynting-Vektor dar.

Hinweis:

5.2 Typen von Wellen

5.3 Wellen auf Doppelleitungen