KLAUSUR :: DECKBLATT

Gebrauchsanweisung:

- Füllen Sie als erstes dieses Deckblatt aus!
- Lesen Sie zunächst alle Aufgaben vollständig durch, bevor Sie mit der Bearbeitung beginnen.
- Bearbeiten Sie die Aufgaben in einer Ihnen passenden, beliebigen, Reihenfolge.
- Beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt.
- Schreiben Sie auf *jedes* Blatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 120 Minuten, also 2 Stunden.
- Heften Sie zum Schluss alle Blätter zusammen, mit diesem Deckblatt zuoberst.
- Sie haben mit ≥ 25 Punkten garantiert bestanden.
- Die Ergebnisse der Klausur werden Anfang nächster Woche mit ePins anonymisiert im Stud.IP veröffentlicht.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

Name:

Matrikelnummer:

Semester: Studiengang:

ThEDyn Klausur: Versuch, diese Klausur zu absolvieren.

MMdP Klausur: Versuche, bestanden: ( ) ja ( ) nein.

#	K0	K1	K2	K3	K4	Σ
Punkte	/10	/10	/10	/10	/10	/50
Korrektor						

Bitte wenden!

KLAUSUR :: AUFGABEN

Lesen Sie zuerst alle Aufgaben durch. Bearbeiten Sie die Aufgaben in beliebiger Reihenfolge. Beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt. Schreiben Sie auf *jedes* Blatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.

[K0] *Kurzfragen* **[$2+2+2+2+2=10$ Punkte]**

Antworten Sie in Worten und in maximal 3 Zeilen pro Frage.

(a) Mit welcher Potenz von der Entfernung verhalten sich das elektrische Feld und das Potential eines elektrischen Dipols?
(b) Nennen Sie die zwei Phänomene, durch die in der Elektrodynamik magnetische und elektrische Felder gekoppelt sind.
(c) Wenn der Wellenvektor einer laufenden ebenen Welle in z-Richtung und das elektrische Feld in Richtung des Vektors $(1,1,0)$ zeigt, in welche Richtung zeigt dann die magnetische Flussdichte?
(d) Wie berechnet man in der zeitabhängigen Elektrodynamik das elektrische Feld aus den Potentialen?
(e) Welchen Erhaltungssatz beschreibt die Kontinuitätsgleichung?

[K1] *Elektrostatik* **[$6+3+1=10$ Punkte]**

Betrachten Sie die kugelsymmetrische Ladungsverteilung

$$\varrho(\vec{r}) = \begin{cases} \varrho_0 \cos\left(\dfrac{\pi r}{2R}\right) & \text{für } r < R \\ 0 & \text{für } r > R \end{cases} .$$

(a) Berechnen Sie das elektrische Feld $\vec{E}$ für alle Orte.
(b) Mit welcher Potenz von r verläuft das elektrische Feld bei $r \to 0$ und mit welcher Potenz bei $r \to \infty$?
(c) Geben Sie das Dipolmoment der Ladungsverteilung an.

[K2] *Magnetostatik* **[$3+2+5=10$ Punkte]**

Innerhalb eines unendlich langen Zylinders mit Radius R fließt die Stromdichte $j_0 \cdot \left(\frac{r_\perp}{R}\right)^n$ parallel zur Zylinderachse, wobei $n \in \mathbb{N}_0$. Es ist $j_0 = \text{const}$ und $r_\perp$ die radiale Zylinderkoordinate.

(a) Bestimmen Sie j_0 so, dass sich der Gesamtstrom I ergibt.
(b) Beschreiben Sie in Worten die Stromverteilungen, die sich in den Fällen $n = 0$ bzw. $n \to \infty$ ergeben, wenn I konstant gehalten wird.
(c) Berechnen Sie die magnetische Flussdichte $\vec{B}(\vec{r})$ innerhalb und außerhalb des Zylinders.

[K3] *Wellengleichungen* **[$4+3+3=10$ Punkte]**

Betrachten Sie den Fall des ladungsfreien Vakuums.

(a) Leiten Sie durch Entkoppeln der Maxwell-Gleichungen im ladungsfreien Vakuum die Wellengleichungen für das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r},t)$ und die magnetische Flussdichte $\vec{B}(\vec{r},t)$ her.
(b) Machen Sie den Ansatz $\vec{E}(\vec{r},t) = \vec{E}_0\, \mathrm{e}^{\mathrm{i}(\vec{k}\cdot\vec{r}-\omega t)}$ und zeigen Sie, dass $\vec{B}(\vec{r},t) = \frac{\vec{k}}{\omega} \times \vec{E}(\vec{r},t)$ eine Lösung der Maxwell-Gleichungen für die magnetische Flussdichte ist.
(c) Nutzen Sie eine der Maxwell-Gleichungen, um schließlich die Beziehung $\vec{k}^2 c^2 = \omega^2$ zu zeigen.

Hinweis: Für ein beliebiges Vektorfeld $\vec{V}$ gilt $\nabla \times (\nabla \times \vec{V}) = \nabla(\nabla \cdot \vec{V}) - (\nabla \cdot \nabla)\vec{V}$.

[K4] *Stehende Wellen im Medium* **[$3+4+3=10$ Punkte]**

In einem Medium, das im räumlichen und zeitlichen Mittel stromlos und neutral sei, messe man die Stromdichte

$$\vec{j}(\vec{r},t) = j_0 \cos(\omega t) \cos(kx)\, \vec{e}_x .$$

(a) Bestimmen Sie $\varrho(\vec{r},t)$.
(b) Bestimmen Sie eine Lösung der Maxwell-Gleichungen mit dem Ansatz $\vec{B} = 0$ und $\vec{E} = f(x,t)\,\vec{e}_x$, berechnen Sie also insbesondere $f(x,t)$. Begründen Sie, warum dieser Ansatz sinnvoll ist.
(c) Berechnen Sie die elektrische Feldenergie im Volumen $V = [0, 2\pi/k] \times [0, 2\pi/k] \times [0, 2\pi/k]$. Mitteln Sie dabei auch über die Zeit.