

LV TEST ZU: THEORETISCHE ELEKTRODYNAMIK" (1.2.2017)  
JEDE TEILAUFGABE ZÄHLT EINEN PUNKT.

1. Statik

- (a) **Kondensator:** Ein Plattenkondensator unendlicher Ausdehnung in  $xy$ -Richtung habe die Flächenladungsdichten  $+\sigma$  in der unteren Platte und  $-\sigma$  in der oberen Platte. Die Flächennormale der Kondensatorplatten zeige in  $z$ -Richtung. Die untere Platte befindet sich bei  $z = 0$  und die obere bei  $z = d$ .
- Geben sie das  $E$ - und  $B$ -Feld innerhalb und außerhalb des Kondensators an? (Formel)
  - Welche Kraft wirkt in diesem Feld auf ein Teilchen der Ladung  $q$ . (Formel)
  - Geben Sie die potentielle Energie dieses Teilchens als Funktion von  $z$  an. (Formel)
  - Beschreiben Sie die Trajektorie des Teilchens, wenn es bei  $z = 0$  mit der Geschwindigkeit  $\vec{v} = (v_x, 0, 0)$  startet.
- (b) **Eindimensionaler Draht:** Wir betrachten einen eindimensionalen sehr langen Draht, der entlang der  $z$ -Achse ausgerichtet ist. Es fließe der Strom  $I$  in  $z$ -Richtung.
- Geben sie das  $E$ - und  $B$ -Feld an. (Formel)
  - Welche Kraft wirkt auf einen zweiten (zum ersten parallelen im Abstand  $d$ ) Draht in dem ebenfalls der Strom  $I$  fließe. (Formel)
- (c) **Elektrostatistisches Potential:**
- Wie kann man aus dem statischen Potential  $\Phi$  das elektrische Feld  $\vec{E}$  berechnen? (Formel)
  - Wie lautet die Bestimmungsgleichung für das Potential in einem Raumbereich  $V$ , in dem die Ladungsdichte  $\rho(\vec{x})$  vorliegt. (Formel)
  - Wie können hierbei Randbedingungen berücksichtigt werden? (Formel)
  - Wodurch entstehen diese Randbedingungen?

2. Maxwell-Gleichungen

- (a) Wie lauten die beiden **homogenen** Maxwell-Gleichungen? (Formel) (Je ein Punkt)
- (b) Wie lauten die beiden **inhomogenen** Maxwell-Gleichungen? (Formel) (Je ein Punkt)
- (c) Welche Gleichungen müssen die Felder  $E$ ,  $B$  in Raumbereichen erfüllen, in denen keine Ladungen und Ströme vorliegen. (Formel)
- (d) Wie lauten hierfür die fundamentalen Lösungen? (Formel)
- (e) Wie erhält man daraus die allgemeine Lösung? (Formel)
- (f) **Maxwell-Gleichungen in Materie:** Die Ladungsdichte und Stromdichte werde zerlegt in gebundene und freie Anteile. Die Einflüsse der gebundenen Ladungsträger werden in den Hilfsfeldern  $\vec{P}$  und  $\vec{M}$  berücksichtigt.
- Wie lauten dann die **inhomogenen** Maxwell-Gleichungen? (Formel)
  - Was ist die physikalische Bedeutung von  $\vec{P}$  und  $\vec{M}$  ?
  - Was versteht man unter linearen Medien.

### 3. Quasi-stationäre Ströme

- (a) Wodurch ist der Spannungsabfall an einer Spule gegeben? (Formel)
- (b) Erklären Sie qualitativ anhand der Maxwell-Gleichungen wie es dazu kommt.
- (c) Erklären Sie anhand der Maxwell-Gleichungen die Kirchhoff'sche Knoten- und Maschenregel.
- (d) In einem Schwingkreis befinden sich in Serie ein Ohm'scher Widerstand, ein Kondensator (C) und eine Spule (L). Durch diese Anordnung fließt ein Wechselstrom. Erklären Sie für jedes Bauelement, ob es dem Schwingkreis im Mittel Energie entzieht und Begründen Sie die Antworten physikalisch.

### 4. Jefimenko-Gleichungen

- (a) Wie lautet die Jefimenko-Gleichung für das  $E$ -Feld? (Formel)
- (b) Wie lautet die Jefimenko-Gleichung für das  $B$ -Feld? (Formel)
- (c) Welche Anteile dieser Gleichungen tragen zu elektromagnetischer Strahlung bei? Was ist die Bedingung hierfür.

### 5. Relativistische Formulierung der Elektrodynamik

- (a) Woraus bestehen die beiden Feldtensoren  $F^{\mu\nu}$  und  $G^{\mu\nu}$ . (Formel)
- (b) Woraus besteht der Vierervektor  $J^\mu$  der Stromdichte? (Formel)
- (c) Wie lauten damit die Maxwell-Gleichungen? (Formel)
- (d) Geben Sie die Minkowski-Kraft  $K^\mu$  für ein geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld an. (Formel)

Gesamte Punktzahl = 31

Notenschlüssel: 0-15 (5) — 16-19 (4) — 20-23 (3) — 24-27 (2) — 28-31 (1)