

LV TEST ZU: THEORETISCHE ELEKTRODYNAMIK" (18.5.2017)
JEDE TEILAUFGABE ZÄHLT EINEN PUNKT.

1. Statik

(a) **Multipolentwicklung des elektrischen Potentials:** Gegeben sei eine räumlich begrenzte Ladungsverteilung $\rho(\vec{x})$

- Wie lautet der Monopolbeitrag zum Potential, inklusive Formel für das Monopolmoment?
- Wie lautet der Dipolbeitrag zum Potential, inklusive Formel für das Dipolmoment?
- Wie lautet der Quadrupolbeitrag zum Potential, inklusive Formel für den Quadrupoltensor?
- Wie berechnet man generell aus dem Potential das elektrische Feld?

(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:**

- Welche Differentialgleichung muss das skalare Potential bei gegebener Ladungsdichte erfüllen?
- Gegeben sei eine metallische Platte in der xy -Ebene. Welche Randbedingung für das Potential liefert sie für die obige Differentialgleichung und warum?
- Oberhalb der Ebene befinden sich einige Punktladungen. Wie kann man daraus eine partikuläre Lösung der obigen Differentialgleichung berechnen (Formel)?
- Wie erhält man dann generell die allgemeine Lösung und mit welchem Trick kann man die richtige Lösung konstruieren?

2. Maxwell-Gleichungen

(a) Wie lauten die beiden **homogenen** Maxwell-Gleichungen? (Formel) (Je 1 Punkte)

(b) Wie lauten die beiden **inhomogenen** Maxwell-Gleichungen? (Formel) (Je 1 Punkte)

(c) Welche speziellen Wellen erfüllen die Maxwellgleichungen im Vakuum. Wie stehen das E -Feld, das B -Feld und die Ausbreitungsrichtung dieser Wellen zueinander?

(d) Handelt es sich um transversale oder longitudinale Wellen?

(e) Wie lautet die Dispersionsrelation (Formel)

(f) **Wellenleiter:** Elektromagnetische Wellen sollen sich in einem Hohlleiter ausbreiten, der ein quadratisches Profil in xy -Richtung hat und in der z -Richtung unendlich ausgedehnt ist. Innerhalb des Leiters gibt es keine Ladungen und Ströme.

- Was versteht man unter TEM , TE , TM Wellen
- Gibt es TEM Wellen?
- Wie lautet die Dispersionsrelation für TE Wellen. (Formel)
- Wie lautet in diesem Fall die Bedingung für propagierende Wellen?

3. Jefimenko-Gleichungen

- (a) Wie lautet die Jefimenko-Gleichung für das E -Feld? (Formel) (2 Punkte)
- (b) Wie lautet die Jefimenko-Gleichung für das B -Feld? (Formel) (2 Punkte)
- ~ (c) Welche Anteile dieser Gleichungen tragen zur elektromagnetischen Strahlung bei? Was ist die Bedingung hierfür?

4. Relativistische Formulierung der Elektrodynamik

- (a) Geben Sie die Elemente der Feldtensoren $F^{\mu\nu}$ und $G^{\mu\nu}$ an. (Formel)
- (b) Woraus besteht der Vierervektor J^μ der Stromdichte? (Formel)
- (c) Wie lauten damit die Maxwell-Gleichungen? (Formel)
- (d) Argumentieren Sie, warum diese Gleichungen forminvariant bei Lorentztransformation sind.
- (e) Geben Sie die Minkowski-Kraft K^μ für eine 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)

$$\partial_\nu j^\nu = 0$$