



Fachrichtung 7.1–Theoretische Physik
Dr. Harald O. Jeschke
Gebäude E 2 6, Zi. 4.21
Tel. (0681) 302 57409

Saarbrücken, 11.7.2008

Probeklausur zur Theoretischen Physik II, SS 2008

(Zugelassene Hilfsmittel: Ein einseitig handbeschriebenes DIN A4-Blatt)

Name: _____ Vorname: _____

Geburtsdatum: _____ Geburtsort: _____

Matrikelnummer: _____ Studiengang: _____

	1	2	3	4	5	6	Σ
bearbeitet							
Punkte							

Bitte jede Aufgabe auf einem neuen Blatt beginnen.

Aufgabe 1 (10 Punkte)

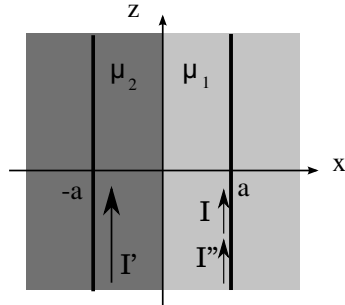
(Fragen) (je 1 Punkt)

- Wie lauten die Maxwellschen Gleichungen im Vakuum bei Abwesenheit von Quellen?
- Was versteht man unter der *dielektrischen Verschiebung*?
- Erläutern Sie kurz, warum das magnetische Dipolmoment immer unabhängig von der Wahl des Koordinatensystems ist und dies für das elektrische Dipolmoment nicht gilt.
- Ist jede Lösung der Maxwell-Gleichungen auch eine Lösung der Wellengleichung? Ist umgekehrt jede Lösung der Wellengleichung auch eine Lösung der Maxwell-Gleichungen? Begründen Sie Ihre Antworten.
- Was versteht man unter *Selbstinduktion*?
- Was ist eine *Kugelwelle*?
- Geben Sie die allgemeinen Stetigkeitsbedingungen für das makroskopische elektrische Feld beim Übergang über Grenzflächen zwischen zwei Medien mit unterschiedlichen dielektrischen Eigenschaften an.
- Was versteht man unter *Kausalität*?

- i) Wie ist die *4er-Stromdichte* definiert?
 j) Worin unterscheiden sich *raum- und zeitartige Abstände*?

Aufgabe 2 (10 Punkte)
(Spiegelströme)

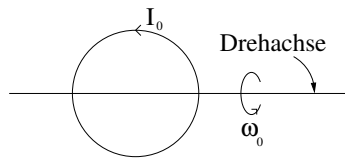
Die zwei Halbräume $x > 0$ und $x < 0$ seien mit zwei Medien verschiedener Permeabilität μ_1 und $\mu_2 \neq \mu_1$ gefüllt. Ein unendlich langer, geradliniger dünner Draht, der die Stromstärke I trage, verlaufe im rechten Halbraum bei $x = a, y = 0$ parallel zur Grenzfläche. Berechnen Sie die Magnetfelder in beiden Halbräumen, sowie die an der Grenzfläche induzierte Flächenstromdichte.



Hinweis:

Bringen Sie zur Berechnung des magnetischen Feldes \vec{H} die Bildströme I' und I'' gemäß der Skizze an. Begründen Sie, warum dieser Ansatz das korrekte Ergebnis liefert.

Aufgabe 3 (10 Punkte)
(Abstrahlung einer rotierenden Stromschleife)



Auf einer reibungsfrei gelagerten Achse sei eine Leiterschleife (Trägheitsmoment θ , Fläche A) montiert, in der ein Gleichstrom I_0 aufrecht erhalten wird. Die Achse rotiere zunächst mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω_0 .

- a) Berechnen Sie die im zeitlichen Mittel abgestrahlte Gesamtleistung.
 b) Nach Abschalten des Drehantriebs zum Zeitpunkt $t = 0$ wird die rotierende Schleife durch die Abstrahlung abgebremst. Berechnen Sie $\omega(t)$ mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes.

Hinweis: Das Vektorpotential der magnetischen Dipolstrahlung ist durch

$$\vec{A}(\vec{r}, t) = ik \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{e^{ikr}}{r} (\vec{e}_r \times \dot{\vec{m}}(t)) + O\left(\frac{1}{r^2}\right)$$

gegeben mit $\vec{e}_r = \frac{\vec{r}}{r}$. $\vec{m}(t)$ bezeichnet das magnetische Moment der rotierenden Schleife.

Aufgabe 4 (10 Punkte)
(Dielektrische Kugel im homogenen Magnetfeld)

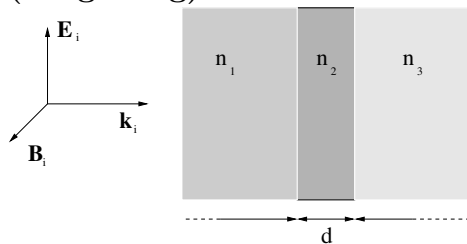
Gegeben sei ein homogenes Magnetfeld $\vec{E}_0 = E_0 \vec{e}_z$ im Vakuum. In dieses Feld wird nun eine ungeladene dielektrische Kugel vom Radius R mit der Dielektrizitätskonstanten ϵ gebracht. Durch das äußere Feld bilden sich auf der Kugeloberfläche Polarisationsladungen. Innen- und Außenraum der Kugel bleiben ladungsfrei.

- Geben Sie die makroskopischen Maxwell-Gleichungen für \vec{E} und \vec{D} an. Wie lauten die Randbedingungen im Unendlichen und an der Grenzfläche zur Kugel?
- Bestimmen Sie das elektrostatische Potential im Außen- und Innenraum der Kugel.
- Zeigen Sie, dass das elektrische Feld im Inneren der Kugel homogen ist mit der Feldstärke

$$E_i = \frac{3}{\epsilon + 2} E_0$$

- Berechnen Sie das elektrische Dipolmoment der Kugel.

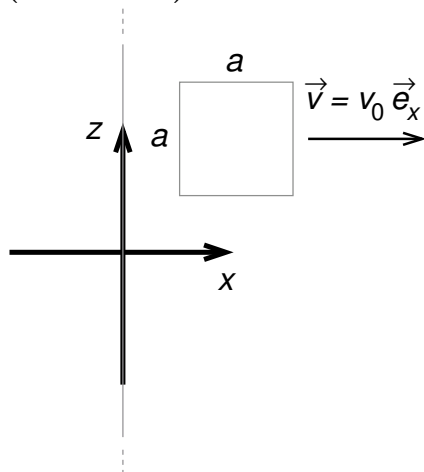
Aufgabe 5 (10 Punkte)
(Vergütung)



Eine ebene Welle falle senkrecht auf die in der Abbildung gezeigte Zwischenschicht. Die Brechungsindizes der drei nichtmagnetischen Medien seien n_1 , n_2 und n_3 . Die Dicke der Zwischenschicht sei d , während die anderen beiden Medien jeweils einen Halbraum füllen.

- Berechnen Sie die Reflexions- und Transmissionskoeffizienten (d.h. die Quotienten aus durchgelassenem bzw. reflektiertem Energiestrom und einfallendem Energiestrom).
- Es sei $n_3 = 1$. Wie muss man n_2 und d wählen, damit bei einer vorgegebenen Frequenz ω_0 keine reflektierte Welle mehr auftritt?

Aufgabe 6 (10 Punkte)
(Induktion)



Gegeben sei ein unendlich langer, dünner Draht entlang der z -Achse eines kartesischen Koordinatensystems, der den konstanten Strom I trage.

- Berechnen Sie das Magnetfeld im ganzen Raum außerhalb des Leiters.
- Im Magnetfeld des Leiters bewege sich nun in der xz -Ebene eine quadratische Leiterschleife (Seitenlänge des Quadrats: a) mit der konstanten Geschwindigkeit $\vec{v} = v_0 \vec{e}_x$ vom Draht weg. Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf der in die Leiterschleife induzierten Spannung.

Abgabe (für Studenten mit mindestens 50 und weniger als 60 Prozent der erreichbaren Übungspunkte): Dienstag, 15.07.2008, 12 Uhr bei den Übungsleitern.

Hinweise zur Klausur:

- Termin: Dienstag, 22.07.2008, 9 Uhr s.t., Gebäude C6 3, großer Hörsaal.
- Nachklausur: Freitag, 22.08.2008, 9 Uhr s.t., Gebäude C6 3, großer Hörsaal.
- Dauer der Klausuren: 3 Stunden.
- Zulassungskriterium: 60 % der Übungspunkte (294 Punkte) *oder* mindestens 50 % der Übungspunkte (245 Punkte) und mindestens 50 % der Punkte der Probeklausur.
- Stoff der Klausuren: Vorlesungen und Übungen.
- Erlaubtes Hilfsmittel: Ein einseitig handbeschriebenes DIN A4-Blatt.
- Papier (einschließlich Schmierzettel) wird gestellt.
- Zur Klausur bitte unbedingt Studenten- und Personalausweis mitbringen.
- Die Klausurergebnisse werden in anonymisierter Form am Schwarzen Brett, Gebäude E2 6, 4.Stock und auf der Internetseite zur Vorlesung veröffentlicht.