

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 10. 11. 2008

BITTE UNBEDINGT LESEN:

Für die Beantwortung der 10 Theoriefragen dürfen Sie keine Hilfsmittel verwenden! Sobald Sie damit fertig sind, geben Sie den Theorieteil der Prüfung ab und Sie erhalten die Rechenaufgaben! Für die Lösung der Rechenbeispiele dürfen Sie nur jene Formelsammlung, die der Prüfung beiliegt (und nach der Prüfung wieder abzugeben ist), verwenden.

Beginnen Sie mit den Ausarbeitungen jedenfalls auf den Angabeblättern! Falls Sie zu wenig Platz finden, verwenden Sie zusätzlich eigenes Papier. Vergessen Sie Name und Matrikelnummer (rechts oben auf jeder Seite) nicht! Sie haben insgesamt 3 Stunden Zeit!

ACHTUNG: Ab sofort werden die alte (WA VO 1+2) und die neue (WA VU) Form der Vorlesung mittels der GLEICHEN schriftlichen Prüfung geprüft! Die Kandidaten der alten Form bekommen ebenfalls nur die Formelsammlung. Weder das Skriptum noch handschriftliche Notizen sind erlaubt! Falls ein Kandidat nur den WA1-Teil oder den WA2-Teil machen will, so ist das dem Prüfungsbetreuer vor der Prüfung mitzuteilen. Es sind dann nur 1,5 Stunden Zeit!

Name:	Matrikelnr.:	
Punkte	%	von %
1		20
2		25
3		15
4		20
5		20
Σ		100

1 Theoriefragen (20%)

- 1.1 (2%) Wie sind die Poyntingvektoren \vec{P} und \vec{T} definiert? Wie berechnet man aus \vec{T} die Wirkleistungsflussdichte?
- 1.2 (2%) Wie lautet die Kraftgleichung für ein Elektron, auf welches sowohl eine elektrostatische als auch eine Lorentz-Kraft einwirkt?
- 1.3 (2%) Was ist der Grundmodus des Rechteckhohlleiters?
- 1.4 (2%) Schreiben Sie die vier Maxwellschen Gleichungen für harmonische Vorgänge in komplexer Schreibweise an! Es sei Ladungsfreiheit angenommen. Verwenden Sie wenn möglich lediglich \vec{E} und \vec{H} .
- 1.5 (2%) Wie sieht der Separationsansatz für eine von den Koordinaten x, y, z abhängige Wellenfunktion aus?

1.6 (2%) Welche Richtcharakteristik hat ein Hertz'scher Dipol? Welchen Gewinn hat er über dem Isotropstrahler?

1.7 (2%) Welches Anwendungsgebiet hat eine Drehkreuzantenne?

1.8 (2%) Nennen Sie zwei schmalbandige Antennen!

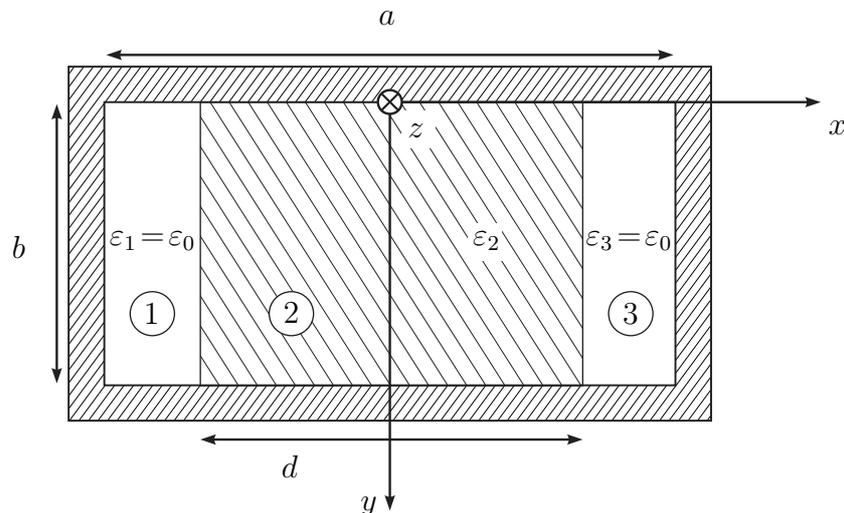
1.9 (2%) Wie lautet der Zusammenhang zwischen wirksamer Antennenfläche und dem Antennengewinn für einen Flächenwirkungsgrad $w = 1$?

1.10 (2%) Wie kann man die Bandbreite einer Antenne definieren?

2 Rechteckhohlleiter mit Kunststoffeinsatz (25%)

Name/Mat. Nr.: _____

Untersuchen Sie die Ausbreitungseigenschaften des Grundmodus, dessen Feldverteilung der TE_{10} Welle im leeren Hohlleiter ähnlich ist, im unten abgebildeten Hohlleiter mit Kunststoffeinsatz.



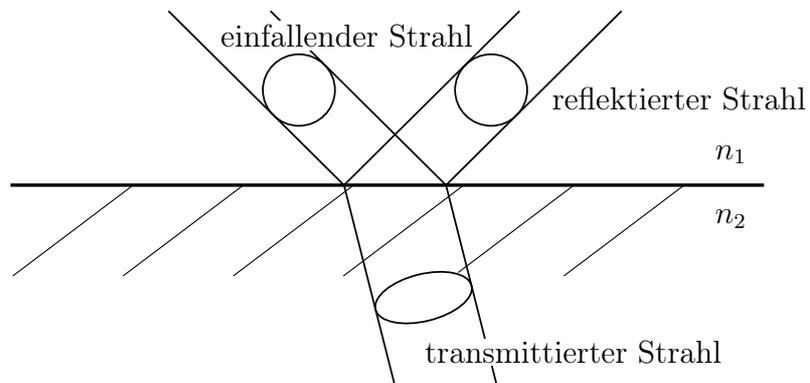
Medium 1 und 3 ist Luft mit ε_0 und μ_0 .

Medium 2 ist ein Dielektrikum mit $\varepsilon_0\varepsilon_{r,2}$ und μ_0 .

- 2.1 (8%) Finden Sie einen geeigneten Ansatz für die Komponenten $E_{z,i}$ und $H_{z,i}$, mit $i = 1, 2, 3$ für Raum i , der die Wellengleichung erfüllt!
- 2.2 (4%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her!
- 2.3 (8%) Gewinnen Sie aus den Stetigkeitsbedingungen an der Grenzfläche zwischen Luft und Dielektrikum die charakteristische Gleichung für die Ausbreitungskonstante in z -Richtung!
- 2.4 (5%) Skizzieren Sie das Felddbild längs und quer zur Ausbreitungsrichtung!

3 Übergang von Vakuum nach Glas (15%)

Eine zirkular polarisierte Welle mit einem Querschnitt von $A = 2 \text{ mm}^2$ und einer Leistung von $P = 4 \text{ mW}$ wird unter dem Brewster-Winkel auf eine Grenzfläche zwischen Vakuum ($n_1 = 1$) und Glas ($n_2 = 1,5$) eingestrahlt.



3.1 (4%) Berechnen Sie Einfallswinkel θ_e , Reflexionswinkel θ_r und Austrittswinkel θ_t und zeichnen Sie diese in die Skizze ein!

3.2 (3%) Berechnen Sie die Querschnittsfläche des transmittierten Strahls!

3.3 (8%) Berechnen Sie die Leistungen $P_{\text{TE},t}$ und $P_{\text{TM},t}$ der transmittierten Wellen!

4 Mobilfunksystem (20%)

Über ein Mobilfunksystem sind folgende Parameter bekannt: Betriebsfrequenz 1,8 GHz, Bandbreite 200 kHz, Zusatzrauschen des Empfängers 6 dB, minimal erforderliches SNR am Demodulator des Empfängers 13 dB, Gewinn der Empfangsantenne -8 dBi. Die Sendeantenne ist eine typische Sektorantenne mit 1,5 m Höhe, 30 cm Breite und hat einen Gewinn von 13 dBi.

Hinweise: Boltzmannkonstante $1,38 \cdot 10^{-23}$ Ws/K, Bezugstemperatur $T_0 = 290$ K. Vernachlässigen Sie Verluste in Kabeln.

4.1 (5%) In welcher Entfernung beginnt das Fernfeld dieser Sendeantenne?

4.2 (10%) Ermitteln Sie die maximal erlaubte Ausbreitungsdämpfung und die entsprechende Entfernung für eine Sendeleistung von 17 dBm! Geben Sie alle auftretenden Größen in logarithmischen Maßen (dB, dBm,...) an.

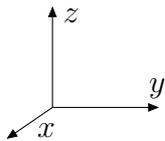
4.3 (5%) Zeichnen Sie einen Pegelplan (Handskizze, muss nicht masstäblich sein)!

5 Richtdiagramm und Gewinn einer Antenne (20%)

Eine verlustlose Antenne habe die Richtcharakteristik

$$f(\vartheta, \varphi) = |\sin(\vartheta) \cos(\varphi) \cos(\varphi/2)|$$

- 5.1 (7%)** Skizzieren Sie das Richtdiagramm in horizontaler (x/y) und vertikaler (x/z) Ebene! Zeichnen Sie ϑ und φ in den Skizzen und dem Koordinatensystem ein.



- 5.2 (8%)** Berechnen Sie den äquivalenten Raumwinkel und die Direktivität!

Hinweis: $\int \sin^3(ax) dx = -\frac{1}{a} \cos(ax) + \frac{1}{3a} \cos^3(ax)$ und
 $\int (\cos(x) \cos(ax))^2 dx = \frac{\sin(2(a+1)x)}{16(a+1)} + \frac{\sin(2(a-1)x)}{16(a-1)} + \frac{\sin(2ax)}{8a} + \frac{\sin(2x)}{8} + \frac{x}{4}$

- 5.3 (5%)** Berechnen Sie den Gewinn über dem Isotropstrahler und über dem Hertz'schen Dipol!