

# Experimentalphysik 2 [PK2]

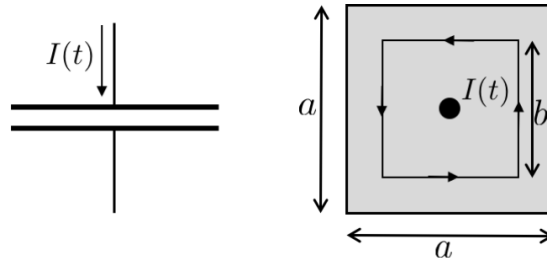
Humboldt-Universität zu Berlin, Sommersemester 2017

Prof. Dr. S. Kowarik

## Blatt 11

Abgabe: 6. Juli 2017 bis 13:00 Uhr (Kasten vor NEW 15 1'415)

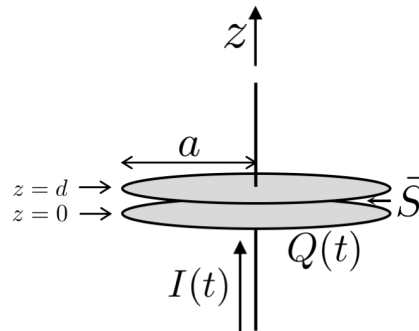
### Aufgabe 1: Verschiebungsstrom (30%)



Ein Kondensator besitzt quadratische Platten der Seitenlänge  $a = 1$  m. Zum Zeitpunkt  $t$  beträgt der Ladestrom  $I(t) = 2$  A. Das elektrische Feld  $\vec{E}(t)$  zwischen den Platten ist homogen; Randeffekte sind zu vernachlässigen.

- Berechnen Sie den Verschiebungsstrom  $I_V(t)$  zwischen den Platten.
- Berechnen Sie  $dE/dt$  zwischen den Platten zum Zeitpunkt  $t$ .
- Berechnen Sie den Verschiebungsstrom  $\tilde{I}_V(t)$ , der durch ein gedachtes Quadrat der Seitenlänge  $b = 0,5$  m im Zentrum zwischen den Platten fließt.
- Berechnen Sie  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$  für den Rand des gedachten Quadrats im gezeichneten Umlaufsinn. Der Ladestrom  $I(t)$  fließe dabei aus der Zeichenebene heraus.

### Aufgabe 2: Poynting-Vektor (30%)



Ein Kondensator besitzt kreisförmige Platten mit Radius  $a$  und Abstand  $d$ . Die  $z$ -Achse zeige wie skizziert senkrecht zu den Platten. Der Ladestrom sei mit  $I(t)$ , die Ladung des Kondensators mit  $Q(t)$  bezeichnet. Das elektrische Feld  $\vec{E}(t)$  zwischen den Platten ( $0 < z < d$ ,  $0 \leq r_{\perp} \leq a$ ) ist homogen; Randeffekte sind zu vernachlässigen.

- Drücken Sie  $\vec{E}(t)$  durch  $Q(t)$  aus.

- b) Aus Symmetriegründen muss für das Magnetfeld  $\vec{B}$  gelten:  $\vec{B} = B(r_{\perp}, z, t)\vec{e}_{\varphi}$ . Drücken Sie  $B(r_{\perp}, z, t)$  für  $0 < z < d$  durch  $I(t)$  und  $Q(t)$  aus. Unterscheiden Sie die Fälle  $r_{\perp} \leq a$  und  $r_{\perp} > a$ .
- c) Berechnen Sie den Poynting-Vektor  $\vec{S}$  am „Rand“ des  $E$ -Feldes des Kondensators, d. h. für  $0 < z < d$  und  $r_{\perp} = a$ , unter Verwendung der Resultate von a) und b).
- d)  $\dot{W}$  sei die pro Zeiteinheit zwischen die Kondensatorplatten gestrahlte elektromagnetische Energie. Berechnen Sie diese mit dem Ergebnis von c).
- e)  $W_C(t) = \frac{1}{2}CU(t)^2$  sei die im Kondensator gespeicherte elektrische Energie. Berechnen Sie deren zeitliche Änderung  $\dot{W}_C$  und vergleichen Sie diese mit dem Ergebnis von d).

### Aufgabe 3: Ebene Welle (20%)

Für eine ebene elektromagnetische Welle gelte

$$\begin{aligned} E_x &= 0 \\ E_y &= (0,5 \text{ V/m}) \cdot \cos [4\pi \cdot 10^7/\text{s} (t - x/c)] \\ E_z &= (0,5 \text{ V/m}) \cdot \sin [4\pi \cdot 10^7/\text{s} (t - x/c)] . \end{aligned}$$

- a) Bestimmen Sie die Wellenlänge  $\lambda$ , den Polarisationszustand, und die Ausbreitungsrichtung der Welle.
- b) Bestimmen Sie die Komponenten des Magnetfeldes  $\vec{B}$  der Welle.
- c) Berechnen Sie die mittlere Intensität  $\bar{I}$  der Welle.

### Aufgabe 4: Radiosender (20%)

Ein Flugzeug empfängt Signale mit einer mittleren Intensität  $\bar{I} = 10\mu\text{W}/\text{m}^2$  von einem Radiosender im Abstand  $d = 10 \text{ km}$ .

- a) Bestimmen Sie die effektive elektrische Feldstärke  $E_{\text{eff}} = \sqrt{\overline{E^2}}$  am Ort des Flugzeugs.
- b) Bestimmen Sie die effektive magnetische Feldstärke  $B_{\text{eff}} = \sqrt{\overline{B^2}}$  am Ort des Flugzeugs.
- c) Bestimmen Sie die mittlere Leistung  $\bar{P}$  des Senders.

Nehmen Sie an, dass der Sender isotrop strahlt und dass die auf die Erde treffende Strahlung vollständig absorbiert wird.