
Übungen zur Vorlesung Experimentalphysik II

V. Austrup, F. Ellinghaus, G. Jäkel, N. Lehmann, F. Schröder

Sommersemester 2018

Universität Wuppertal

BLATT VI

ABGABE BIS DONNERSTAG, DEN 7. JUNI 2018 UM 10:00

(IN DIE JEWEILIGEN POSTFÄCHER IHRES ÜBUNGSGRUPPENLEITERS AUF D09)

1. Plattenkondensator

(1+1+1+1 = 4 Punkte)

Ein Kondensator für Demonstrationsexperimente besteht aus zwei kreisförmigen Platten mit Durchmesser $D = 25.5$ cm, deren Abstand mittels einer Stellschraube variiert werden kann. Der Plattenabstand wird zunächst auf $d_1 = 2$ mm eingestellt.



- (a) Der Kondensator wird so geladen, dass zwischen den Platten eine Potentialdifferenz von $U = 1$ kV besteht. Welche Energiemenge ist nun im Kondensator gespeichert?

Hinweis: Zwischen den Platten befindet sich trockene Luft. Es darf daher wie im Vakuum gerechnet werden.

- (b) Nachdem die Platten von der Spannungsquelle getrennt wurden, wird ihr Abstand verdoppelt. Welche Werte haben Potentialdifferenz und gespeicherte Energiemenge jetzt?
- (c) Wie verhält es sich mit diesen beiden Größen, wenn die Spannungsquelle mit den Platten verbunden bleibt, während sie auseinander gezogen werden?
- (d) Sowohl die elektrische Ladung als auch die Energie sind Erhaltungsgrößen. Begründen Sie, dass diese Aussagen mit Ihren Ergebnissen unter (1b) und (1c) verträglich sind.

2. Plattenkondensator mit Dielektrikum

(1+1+2 = 4 Punkte)

Zwei parallele Platten von je 0.113 m² im Abstand $d = 2$ cm bilden einen Kondensator. Dieser wird von einem Netzgerät auf einer konstanten Spannung $U = 1$ kV gehalten.

- (a) Wie groß sind die Feldstärke $|\vec{E}_0|$ zwischen den Platten, die Ladung Q_0 auf der positiven Platte, die Kapazität C_0 und die gespeicherte Energie E_0 ?
- (b) Der Raum zwischen den Platten wird mit Transformatoröl mit $\epsilon = 2.5$ gefüllt. Wie groß sind nun die Feldstärke $|\vec{E}_{\text{Öl}}|$, sowie $Q_{\text{Öl}}$, $C_{\text{Öl}}$ und $E_{\text{Öl}}$?
- (c) Welche Arbeit W hat das Netzgerät beim Einfüllen des Öls geleistet? Vergleichen Sie diese Arbeit mit der Differenz der gespeicherten Energien und erklären Sie ggf. eine mögliche Diskrepanz.

3. Rotation von Vektorfeldern

(3 Punkte)

Berechnen Sie für die folgenden Vektorfelder (siehe Blatt 3) die Rotation.

- (a) $\vec{F}(\vec{r}) = (0, x, 0)$
- (b) $\vec{F}(\vec{r}) = \left(\frac{-y}{x^2+y^2}, \frac{x}{x^2+y^2}, 0\right)$
- (c) $\vec{F}(\vec{r}) = (x, y, 0)$
- (d) $\vec{F}(\vec{r}) = \left(\frac{-y}{\sqrt{x^2+y^2}}, \frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}, 0\right)$
- (e) $\vec{F}(\vec{r}) = (y, x, 0)$
- (f) $\vec{F}(\vec{r}) = (-x - y, x - y, 0)$

4. Zur Rotation

(1+1+1+1 = 4 Punkte)

- (a) Die Bahngeschwindigkeit einer rotierenden Scheibe definiert in jedem Punkt ein Vektorfeld $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$. Berechnen Sie die Rotation dieses Vektorfeldes. Wählen Sie dazu ein Koordinatensystem, in dem $\vec{\omega}$ entlang der z-Achse zeigt.
- (b) Für laminare Strömungen in einem Rohr ist das Feld der Strömungsgeschwindigkeit durch $\vec{u}(r) = A \cdot (R^2 - r^2) \cdot \vec{e}_z$ gegeben. Dabei ist R der Radius des Rohrs. Es werden Zylinderkoordinaten verwendet, wobei $0 \leq r \leq R$ gilt. Die Symmetrieachse des Rohrs liegt entlang der z-Achse. Berechnen Sie die Rotation des Strömungsfeldes (Hinweis: benutzen Sie die Rotation in Zylinderkoordinaten).
- (c) Das vertikale Geschwindigkeitsprofil in der Flussmitte der Wupper sei durch $\vec{v} = a \cdot z \cdot \vec{e}_z$ gegeben, wobei z die Höhe über Grund sei. Berechnen Sie die Rotation.
- (d) Ein Zylinder mit dem Radius R rotiere in einer viskosen Flüssigkeit und versetze die Flüssigkeit in Rotation. Das Geschwindigkeitsprofil der Flüssigkeitsteilchen sei $u_r = 0, u_\phi = \frac{K}{r}, u_z = 0$ für $r < R$. Berechnen Sie die Rotation in Zylinderkoordinaten.

5. Stromfluss in Metallen

(1+2+2 = 5 Punkte)

Ein Kupferdraht mit $A = 1 \text{ mm}^2$ Querschnittsfläche und einem spezifischem Widerstand von $\rho = 1.7 \times 10^{-2} \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ leitet einen Strom von $I = 1.0 \text{ A}$.

- (a) Berechnen Sie das elektrische Feld E und die Spannung U , die in einem Draht der Länge $l = 3 \text{ m}$ abfällt.
- (b) Berechnen Sie die Driftgeschwindigkeit v_D der Elektronen im Metall unter der Annahme, dass jedes Kupferatom ein Leitungselektron freisetzt. Wieviel Zeit brauchen die Elektronen, um den Draht vollständig zu durchwandern?
(Kupfer: spezifische Dichte $\rho_{\text{Cu}} = 8.93 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, Molmasse $63.5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$)
- (c) Berechnen Sie die mittlere Streuzeit τ der Elektronen unter der Annahme, dass die Elektronen nach jedem Stoß (im Mittel) $v = 0$ haben und zwischen zwei Stößen durch das elektrische Feld E beschleunigt werden.

Die Übungsblätter und weitere Informationen sind verfügbar unter
<http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~elli/Physik2SoSe18/>