

Jetzt mit
eLearning

*besser
lernen*

Experimentalphysik 2

Felder und Wellen

Martin Erdmann
Günter Flügge
Markus Risse

Inhaltsverzeichnis

Physik Denken	6
Teil I Elektrizität – Magnetismus	9
1 Die Maxwell-Gleichungen	11
2 Elektrostatik im Vakuum	15
2.1 Ladung	17
2.2 Coulomb-Kraft	17
2.3 Feld	22
2.4 Potential	28
2.5 Dipolmoment	33
2.6 Spannung	35
2.7 Fluss	40
2.8 Poisson-Gleichung	43
2.9 Feldenergie	46
3 Elektrostatik in Materie	53
3.1 Polarisierung	55
3.2 Feld im Dielektrikum	58
3.3 Dielektrische Verschiebungsdichte	60
3.4 Feldenergie im Dielektrikum	61
4 Elektrischer Strom	65
4.1 Ladungstransport	67
4.2 Galvanische Elemente	70
4.3 Stromdichte	72
4.4 Ohm'sches Gesetz	74
4.5 Stromkreise	79
4.6 Leistung	88
4.7 Joule'sche Wärme	89
4.8 Temperaturabhängige Leitfähigkeit	90
5 Statische Magnetfelder	97
5.1 Pole	99
5.2 Feldstärken	99
5.3 Fluss	102
5.4 Ampère-Gesetz	102
5.5 Biot-Savart-Gesetz	106

Elektromagnetische Wellen



Teil II

Heute schon ? im Lab gewesen ?

Mehr Lernerfolg – immer und überall

Nie mehr Bücher schleppen oder nach verloren gegangenen Merktzetteln suchen! Mit Ihrem persönlichen Lehrbuch als kommentierbarem eText gibt Person MyLab Ihnen die Freiheit zu lernen, wann und wo immer Sie wollen. Zu Hause am PC ebenso wie unterwegs mit dem Tablet – und das ganz ohne lästiges Schleppen.

Individualisierbar ■

Hinterlegen Sie wichtige Notizen oder Markierungen direkt im eText. So schaffen Sie ihr persönliches Lehrbuch, mit dem Ihnen nichts mehr entgeht.



Hilfreiche Zusatzinfos direkt verlinkt ■

Links oder Querverweise können Sie innerhalb des eTextes neben dem Buchtext einblenden, Glossar-begriffe und Literaturhinweise können unmittelbar in einem Pop-Up-Fenster nachgeschlagen werden.

Unterwegs einfach dabei ■

Lesen Sie den eText in Pearson MyLab am PC, auf dem Tablet oder Smartphone. Ihr eText ist auf alle Endgeräte optimiert und bietet selbst auf kleinen Displays großen Lesekomfort!

Elektromagnetische Schwingungen

9.1	Schwingkreis	171
9.2	Gedämpfte Schwingungen	172
	9.2.1 Schwingfall	174
	9.2.2 Fälle ohne Schwingung	175
9.3	Erzwungene Schwingungen	175
9.4	Gekoppelte Schwingungen	178

» Schwingungen und Wellen spielen in der Physik eine zentrale Rolle. In diesem Kapitel werden zunächst die Kenntnisse aus dem Studium der mechanischen Schwingungen auf elektromagnetische Systeme übertragen. «

9.1 Schwingkreis

Im elektrischen **Schwingkreis** wird ein Kondensator über eine Spule periodisch aufgeladen und entladen. Dabei wird die im Schwingkreis gespeicherte Energie W zwischen Kondensator und Spule hin- und hergeschoben (►Abbildung 9.1).

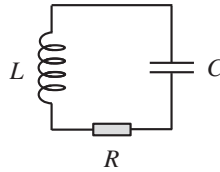


Abbildung 9.1 Allgemeiner elektrischer Schwingkreis mit Induktivität L , Kapazität C und Widerstand R

Die zu einem Zeitpunkt t im Kondensator anliegende Spannung U (2.60) und dementsprechend gespeicherte Energie $W_{el} = C U^2 / 2$ (2.116) beträgt unter Berücksichtigung von $Q = C U$ (2.108)

$$W_{el}(t) = \frac{1}{2} \frac{Q(t)^2}{C}, \quad (9.1)$$

wobei $Q(t)$ die im Kondensator gespeicherte Ladung und C seine Kapazität (2.110) bezeichnet.

Die Energie $W_m = L I^2 / 2$ (6.105) in der Spule mit Induktivität L (6.42) hängt quadratisch vom Strom $I(t) = dQ/dt$ (4.1) ab, der durch die Spule fließt:

$$W_m(t) = \frac{1}{2} L [I(t)]^2 = \frac{1}{2} L \left[\frac{dQ(t)}{dt} \right]^2 \quad (9.2)$$

Der Wechsel der Schwingungsenergie zwischen Kondensator und Spule kann anhand eines mechanischen harmonischen Oszillator verdeutlicht werden. In ►Abbildung 9.2 sei anfangs der Kondensator mit der vollen Ladung aufgeladen und habe die gesamte Energie des Schwingkreises in seinem elektrischen Feld gespeichert. Dieser Zustand entspricht dem vollständig ausgelenkten Federpendel mit maximaler potentieller Energie (erstes Bild).

Der Kondensator entlädt sich über die Spule, in der dadurch ein Magnetfeld erzeugt wird (zweites Bild). Bei vollständig entladenen Kondensator wird das Magnetfeld maximal, und die gesamte Energie ist vom Kondensator in die Spule verschoben worden. Im mechanischen Analogon entspricht das maximaler kinetischer Energie.

Das jetzt abnehmende Magnetfeld erzeugt durch Induktion seinerseits einen Strom, der nach der Lenzschen Regel so gerichtet ist, dass er den Kondensator in entgegengesetzter Polung auflädt. Die Energie wird wieder vollständig von der Spule auf den Kondensator übertragen (drittes Bild), und der Vorgang wiederholt sich mit umgekehrter Stromrichtung.