

ABITUR *Skrint*

Physik

**MEHR
ERFAHREN**

Das musst du wissen!

Abi Bayern

FOS · BOS 13 Technik

STARK

ABITUR *Skript*

Physik

**MEHR
ERFAHREN**

Das musst du wissen!

Abi Bayern

FOS · BOS 13 Technik

STARK

Inhalt

Vorwort

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Statisches elektrisches Feld | 1 |
| 1.1 | Elektrische Feldstärke und elektrisches Potenzial | 1 |
| 1.2 | Homogenes elektrisches Feld – Plattenkondensator | 3 |
| 1.3 | Radiales Feld – Coulombgesetz | 6 |
| 2 | Statisches magnetisches Feld | 8 |
| 3 | Bewegung geladener Teilchen in Feldern | 11 |
| 3.1 | Geladene Teilchen im homogenen elektrischen Feld | 11 |
| 3.2 | Geladene Teilchen im homogenen magnetischen Feld | 13 |
| 3.3 | Geladene Teilchen im E- und B-Feld – Anwendungen | 14 |
| 4 | Wechselstrom | 17 |
| 4.1 | Wechselstromwiderstände | 18 |
| 4.2 | Zeigerdiagramme – Schaltungen mit R, C, L | 19 |
| 4.3 | Momentan-, Wirk- und Blindleistung | 21 |
| 5 | Schwingungen und Wellen | 22 |
| 5.1 | Elektromagnetische Induktion | 22 |
| 5.2 | Elektromagnetische Schwingungen – Schwingkreis | 24 |
| 5.3 | Wellenphänomene | 28 |
| 5.4 | Elektromagnetische Wellen – Dipol | 32 |
| 6 | Spezielle Relativitätstheorie | 40 |
| 6.1 | Experiment von Michelson und Morley | 40 |
| 6.2 | Relativistische Effekte | 41 |
| 6.3 | Relativistische Masse und Energie | 44 |
| 7 | Welle-Teilchen-Dualismus | 47 |
| 7.1 | Teilchencharakter von Photonen | 47 |
| 7.2 | Wellencharakter von Quantenobjekten | 53 |
| 7.3 | Verhalten von Quantenobjekten | 55 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 8 | Atomphysik | 57 |
| 8.1 | Linienpektren | 57 |
| 8.2 | Bohr'sches Atommodell | 59 |
| 8.3 | Röntgenstrahlung | 66 |
| 8.4 | Experimentelle Befunde – Anwendungen | 68 |
| 9 | Kernphysik | 71 |
| 9.1 | Kernaufbau | 71 |
| 9.2 | Radioaktivität | 74 |
| 9.3 | Kernreaktionen | 81 |
| | Stichwortverzeichnis | 85 |

Autor: Florian Borges

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

dieses handliche Buch bietet Ihnen einen **Leitfaden** zu allen wesentlichen Inhalten, die Sie im Physikabitur (Ausbildungsrichtung Technik) an den bayerischen Beruflichen Oberschulen (FOS/BOS) beherrschen müssen. Es führt Sie systematisch durch den Abiturstoff der Themenbereiche Schwingungen und Wellen, Wechselstromphysik, Spezielle Relativitätstheorie sowie Atom-, Kern- und Quantenphysik. Das Buch eignet sich dabei besonders zur Auffrischung und Wiederholung des Prüfungsstoffs kurz vor dem Abitur.

- Die **Kapitel 1 bis 3** wiederholen wichtige Fachbegriffe, Zusammenhänge und physikalische Gesetze aus der 11./12. Klasse (FOS) bzw. der 12. Klasse (BOS), die Sie für das Verständnis des Abiturstoffs benötigen. Die **Kapitel 4 bis 9** behandeln den eigentlichen Stoff der FOS/BOS-13-Prüfung.
- Zu Beginn jedes Kapitels sind wichtige **Anwendungsgebiete** zu dem behandelten Stoff (Experimente, Naturphänomene, Technik) zusammengestellt, die Gegenstand von Prüfungsaufgaben sein können.
- **Definitionen** und **Regeln** sind durch einen grauen Balken am Rand gekennzeichnet, wichtige **Begriffe** durch Fettdruck hervorgehoben.
- Den jeweiligen Lerninhalt veranschaulichen viele **Abbildungen**.
- Passgenaue **Beispiele**  verdeutlichen, wie sich die Theorie zur Lösung wichtiger Standardaufgaben anwenden lässt.
- Unter der Überschrift **Weitere typische Aufgabenstellungen** finden Sie zusätzliche Tipps und Lösungsskizzen zu Fragestellungen, die typischerweise in der Abiturprüfung auftauchen.
- Das **Stichwortverzeichnis** führt Sie schnell und treffsicher zum gesuchten Lernstoff.

Viel Erfolg bei der Abiturprüfung!



Florian Borges

Ausführliche Erläuterungen sowie viele Übungsaufgaben finden Sie in unseren Abitur-Trainingsbänden Physik:

- Gravitations-, elektrisches und magnetisches Feld (Bestell-Nr. 92436)
- Wechselstromwiderstände, mechanische Schwingungen, Impuls (Bestell-Nr. 92437)
- Kinematik, Dynamik, Energie (Bestell-Nr. 92438)

Die offiziellen Prüfungsaufgaben der letzten Jahre mit Lösungen sowie nützliche Hinweise zu Ablauf und Anforderungen der Abiturprüfung enthält der Abiturprüfungsband FOS/BOS 13 Physik Bayern (Bestell-Nr. 92531).

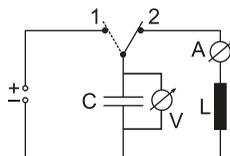
5.2 Elektromagnetische Schwingungen – Schwingkreis

Ein elektromagnetischer **Schwingkreis** besteht im Wesentlichen aus einer Spule (Induktivität L) und einem Kondensator (Kapazität C). In ihm wandeln sich elektrische und magnetische Feldenergie fortwährend periodisch um. Arbeitet der Schwingkreis verlustfrei, d. h. kann der ohmsche Widerstand von Spule und Zuleitungen vernachlässigt werden, sind die Schwingungen ungedämpft und harmonisch (d. h. sinusförmig), die Gesamtenergie im Kreis ist zeitlich konstant:

$$W_{\text{el}}(t) + W_{\text{mag}}(t) = \frac{1}{2}C \cdot (U(t))^2 + \frac{1}{2}L \cdot (I(t))^2 = W_{\text{ges}} = \text{konst.}$$



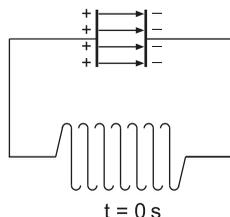
Ein Kondensator wird zunächst aufgeladen (Schalterstellung 1) und anschließend über eine Spule entladen (Schalterstellung 2). Beschreiben und begründen Sie die physikalischen Vorgänge, die im ungedämpften elektromagnetischen Schwingkreis während einer Schwingungsperiode ablaufen.



Lösung: Unterteilung in Zeitabschnitte der Länge $\frac{T}{4}$

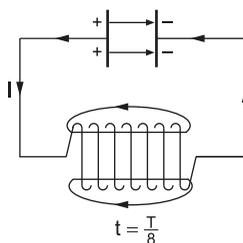
- **$t = 0 \text{ s}$:**

- Kondensator vollständig geladen
- Es fließt kein Strom.
- ganze Energie im elektrischem Feld des Kondensators: $W_{\text{el}} = W_{\text{max}}$

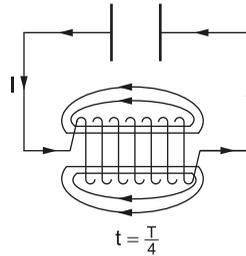


- **$0 \text{ s} < t \leq \frac{T}{4}$:**

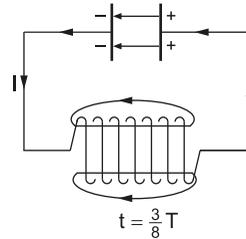
- Kondensator entlädt sich, es fließt Strom (Kondensator = „Batterie“).
- Magnetfeld in Spule baut sich auf
- Stromstärke nimmt aufgrund der Selbstinduktion der Spule (Lenz'sche Regel) nur verzögert zu
- W_{el} wird kleiner, W_{mag} wird größer



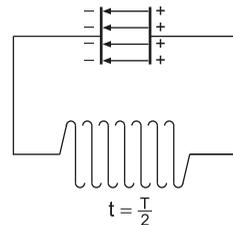
- $t = \frac{T}{4}$:
 - Kondensator vollständig entladen
 - Stromstärke maximal
 - ganze Energie im magnetischen Feld der Spule: $W_{\text{mag}} = W_{\text{max}}$



- $\frac{T}{4} < t \leq \frac{T}{2}$:
 - Stromstärke nimmt mangels Ladungsnachschub ab
 - Magnetfeld in Spule nimmt ab
 - induzierte Spannung (Lenz'sche Regel) erzeugt Stromfluss in *dieselbe* Richtung (Spule = „Batterie“)
 - W_{mag} wird kleiner, W_{el} wird größer



- $t = \frac{T}{2}$:
 - Kondensator vollständig geladen (entgegengesetzte Polung zu $t=0$ s)
 - Es fließt kein Strom.
 - ganze Energie im elektrischem Feld des Kondensators: $W_{\text{el}} = W_{\text{max}}$



- $\frac{T}{2} < t \leq T$: Vorgänge wiederholen sich in umgekehrter Richtung.

Schwingungsdauer des Schwingkreises (Thomson-Formel)

Die Schwingungsdauer T des ungedämpften Schwingkreises hängt von der Induktivität L der Spule und der Kapazität C des Kondensators ab:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$$

Entsprechend gilt für die **Eigenfrequenz** des Schwingkreises:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

**1. Herleitung der Thomson-Formel**

Leiten Sie die Thomson-Formel ausgehend von der Differenzialgleichung für freie ungedämpfte elektromagnetische Schwingungen her.

Lösung:

DGL (Formelsammlung):

$$\frac{1}{C} \cdot Q(t) + L \cdot \ddot{Q}(t) = 0$$

Allgemeine Lösung der DGL (Formelsammlung):

$$Q(t) = Q_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

Bilden der Ableitungen von $Q(t)$ nach der Zeit t :

$$\dot{Q}(t) = Q_m \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0) \quad \ddot{Q}(t) = -Q_m \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

Einsetzen in die DGL:

$$\begin{aligned} \frac{1}{C} \cdot Q_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) + L \cdot (-Q_m \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)) &= 0 \\ \Leftrightarrow \frac{1}{C} \cdot Q(t) + L \cdot (-\omega^2 \cdot Q(t)) &= 0 \end{aligned}$$

Ausklammern von $Q(t)$:

$$Q(t) \cdot \left(\frac{1}{C} - L \cdot \omega^2 \right) = 0$$

Damit diese Gleichung für jeden Zeitpunkt t den Wert 0 hat, muss der Term in der Klammer null sein:

$$\frac{1}{C} - L \cdot \omega^2 = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \omega^2 = \frac{1}{L \cdot C}$$

Einsetzen von $\omega = \frac{2\pi}{T}$ und Umstellen:

$$\left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = \frac{1}{L \cdot C} \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$$

2. Ein Kondensator und eine Spule ($C = 2,5 \mu\text{F}$; $L = 65 \text{ mH}$) bilden einen praktisch verlustfreien Schwingkreis. Schiebt man einen Eisenkern in die Spule, so halbiert sich die Eigenfrequenz. Berechnen Sie die Induktivität der Spule mit Eisenkern (Fe).

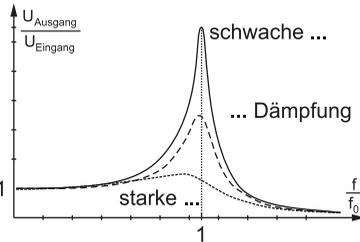
Lösung:

$$\begin{aligned} f_{\text{Fe}} = \frac{1}{2} f_0 \quad \Rightarrow \quad 2 = \frac{f_0}{f_{\text{Fe}}} &= \frac{2\pi \cdot \sqrt{L_0 \cdot C}}{2\pi \cdot \sqrt{L_{\text{Fe}} \cdot C}} = \frac{\sqrt{L_{\text{Fe}} \cdot C}}{\sqrt{L_0 \cdot C}} = \sqrt{\frac{L_{\text{Fe}}}{L_0}} \\ \Rightarrow L_{\text{Fe}} &= 2^2 \cdot L_0 = 4 \cdot 65 \text{ mH} = 260 \text{ mH} \end{aligned}$$

Weitere Eigenschaften von Schwingkreisen

- Zeitabhängigkeiten:
 - Kondensatorladung: $Q(t) = Q_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ mit $\omega = 2\pi \cdot f$
 - Spulenstromstärke: $I(t) = I_0 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ mit $I_0 = \frac{Q_0}{\sqrt{L \cdot C}}$
 - Spannung (an C bzw. L): $U(t) = U_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ mit $U_0 = \frac{Q_0}{C}$
 - φ (Phasenkonstante): beschreibt Schwingungszustand bei $t=0$ s
- In der Realität ist im Schwingkreis stets ein endlich großer ohmscher Widerstand vorhanden. Folglich sind die Schwingungen **gedämpft**, d. h., Schwingungsenergie wird dem Kreis nach und nach entzogen und in Wärmeenergie umgewandelt.

- Regt man einen gedämpften Schwingkreis von außen mit der Erregerfrequenz f an, so schwingt er (nach kurzer Einschwingphase) mit dieser Frequenz (**erzwungene Schwingung**).



Liegt die Erreger- nahe der Eigenfrequenz ($f \approx f_0$, abhängig vom ohmschen Widerstand im Kreis), tritt **Resonanz** auf: Die Schwingungsamplituden im Kreis werden maximal.

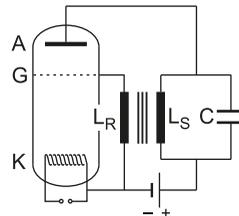
- Um einen gedämpften Schwingkreis verlustfrei zu betreiben, muss man in geeigneter Weise (d. h. phasenrichtig) die entzogene Energie wieder zuführen. Dies geschieht durch **Rückkopplung**.



Meißner-Rückkopplungsschaltung

Rechter Teil des Schaltbilds: eigentlicher Schwingkreis (L_S ; C). Linker Teil: evakuierte Triode

Aus der (Glüh-)Kathode K austretende Elektronen werden durch das Gitter G zur Anode A beschleunigt. Von dort fließen sie über den Schwingkreis zurück und liefern diesem somit Energie. Die induktive Kopplung der Gitterspannung an den Schwingkreis sorgt dafür, dass diese Energiezufuhr im richtigen Rhythmus (nämlich der Schwingkreisfrequenz) erfolgt.





© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de

info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

STARK



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

STARK