

Zentralabitur 2014	Physik	Schülermaterial
Aufgabe I	gA	Nachschreibtermin
		Bearbeitungszeit: 220 min

Thema: Felder und Schwingungen

In der Aufgabe 1 geht es um das Verhalten eines Strom durchflossenen Drahtes in einem Magnetfeld. Außerdem wird ein Schwingungsvorgang untersucht. Die Aufgabe 2 beschäftigt sich mit der Überlagerung von Wellen. In der Aufgabe 3 wird das Verhalten von Ionen von Kohlenstoffisotopen beim Durchgang durch elektrische und magnetische Felder untersucht.

Aufgabenstellung

Aufgabe 1

Es soll zunächst eine magnetische Flussdichte B auf Basis einer Kraftmessung ermittelt werden.

- 1.1 Zeichnen Sie mit kurzer Begründung in die Abb. 1 die fehlende Polung der elektrischen Anschlüsse und das Magnetfeld so ein, dass auf den Drahtbügel eine Kraft nach unten wirkt.
Erläutern Sie, weshalb die beiden senkrechten Teilstücke des Leiterbügels für die Kraftmessung bei diesem Versuch keine Bedeutung haben. [6 BE]
- 1.2 In einem Experiment gemäß Abb. 1 mit eingeschaltetem Magnetfeld wurden die in Tabelle 1 dargestellten Messwerte aufgenommen.
Ermitteln Sie den funktionalen Zusammenhang $F = f(I)$ zwischen der Stromstärke I durch den Leiterbügel und der gemessenen Kraft F , wobei Sie Ihre Vorgehensweise in der aus dem Unterricht bekannten Form dokumentieren.
Bestimmen Sie die magnetische Flussdichte B bei dieser Versuchsdurchführung. [7 BE]

Nachfolgend werden mit einem Aufbau gemäß Abb. 2 Schwingungsvorgänge untersucht.

- 1.3 In dem in Abb. 2 gezeigten Versuch wird ein Drahtbügel, der an einer Feder hängt, von einem sinusförmigen Wechselstrom durchflossen. Man beobachtet, dass der Bügel zu vertikalen Schwingungen angeregt wird.
Erläutern Sie, warum der Bügel zu Schwingungen angeregt wird.
Hinweis: Die Gravitationskraft und die Rückstellkraft der Feder sollen nicht berücksichtigt werden. [4 BE]
- 1.4 Im zweiten Versuchsteil sind der Funktionsgenerator und das Magnetfeld ausgeschaltet. Der Bügel wird von Hand einmalig ausgelenkt und schwingt danach frei. Dieser Versuch wird für verschiedene Gesamtmassen m_g (s. Abb. 2) wiederholt.
Bestätigen Sie durch Auswertung der Messwerte in Tabelle 2, dass für den Zusammenhang zwischen der Periodendauer T und der Gesamtmasse m_g gilt: $T \sim \sqrt{m_g}$. [5 BE]

Aufgabe 2

In einem Experiment gemäß Abb. 3 wird die Interferenz von Ultraschallwellen untersucht. Die Sender S_1 und S_2 senden gleichphasig mit einer Frequenz $f = 25$ kHz und mit gleicher Amplitude. Der Empfänger wird entlang der eingezeichneten Linie verschoben.

- 2.1 Bei Verschiebung des Empfängers werden abwechselnd Minima und Maxima registriert.
Erläutern Sie die Entstehung von Maxima.
In Abb. 4 sind drei Orte maßstäblich eingezeichnet, an denen der Empfänger Maxima registriert.
Bestätigen Sie anhand der Abb. 4 unter Ausmessung des jeweiligen Gangunterschiedes an den Orten dieser drei Maxima, dass die Wellenlänge λ im Bereich von ca. 1,3 cm liegt. [9 BE]

Zentralabitur 2014	Physik	Schülermaterial
Aufgabe I	gA	Nachschreibtermin
		Bearbeitungszeit: 220 min

- 2.2** Für die Winkel α_n , unter denen bei Doppelspaltexperimenten Maxima registriert werden, findet sich in den Formelsammlungen für die Wellenlänge λ und den Spaltabstand d die Gleichung $\sin \alpha_n = \frac{n \cdot \lambda}{d}$ mit $n = 1, 2, 3, \dots$. Dabei ist n die Ordnung des Maximums.
- Vergleichen Sie den λ - Wert, der sich für $n = 3$ aus der Formel und der Abb. 4 ergibt, mit dem λ - Wert aus 2.1. **[4 BE]**

Nun sollen stehende Wellen betrachtet werden.

- 2.3** Beschreiben Sie an einem selbst gewählten Beispiel das Phänomen „stehende Welle“ und wie man mit Hilfe einer stehenden Welle die zugehörige Wellenlänge λ bestimmen kann.
- Entwickeln Sie eine neue Anordnung der beiden Ultraschallsender S_1 und S_2 , mit der man eine stehende Ultraschallwelle erzeugen kann. **[7 BE]**

Aufgabe 3

In einem Experiment soll die Masse von einfach positiv geladenen Ionen unterschiedlicher Kohlenstoff-Isotope bestimmt werden. Dazu verwendet man einen Aufbau gemäß Abb. 5. Im linken Teil der Abbildung ist ein Wien-Filter dargestellt. Auf positiv geladene bewegte Teilchen wirkt im Magnetfeld eine Kraft analog zu derjenigen auf bewegte negativ geladene Teilchen, jedoch in die entgegengesetzte Richtung.

- 3.1** Diejenigen Ionen, die das Wien-Filter durch die Lochblende 2 verlassen, besitzen die Geschwindigkeit $v = \frac{E}{B_1}$, wobei E die elektrische Feldstärke und B_1 die magnetische Flussdichte im Wien-Filter sind.
- Leiten Sie die Formel begründet her, indem Sie zunächst die wirkenden Kräfte betrachten. Bestimmen Sie die Flussdichte B_1 so, dass die Ionen mit einer Geschwindigkeit von $v = 2,0 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ durch die Lochblende 2 treten.
- Hinweis: Verwenden Sie dazu auch die in Abb. 5 gegebene Formel für die elektrische Feldstärke.
- Erläutern Sie, weshalb Ionen mit einer höheren Geschwindigkeit bei sonst unveränderten Einstellungen nicht durch die Lochblende 2 treten. **[9 BE]**
- 3.2** Begründen Sie, warum sich im rechten Teil des Aufbaus gemäß Abb. 5 ein geladenes Teilchen im Bereich des Magnetfeldes entlang eines Kreisbogens bewegt. **[3 BE]**
- 3.3** Begründen Sie, weshalb unterschiedlich schwere Ionen gleicher Ladung und Geschwindigkeit nach Durchgang durch das Wien-Filter im Spektrometer an verschiedenen Stellen auf dem Schirm auftreten.
- Hinweis: Verwenden Sie dazu die in Abb. 6 angegebene Formel.
- Berechnen Sie mit den Daten aus Abb. 6 den Abstand der Auftreffpunkte von einfach positiv geladenen Ionen der Kohlenstoffisotope C^{12} und C^{14} . **[6 BE]**

Material

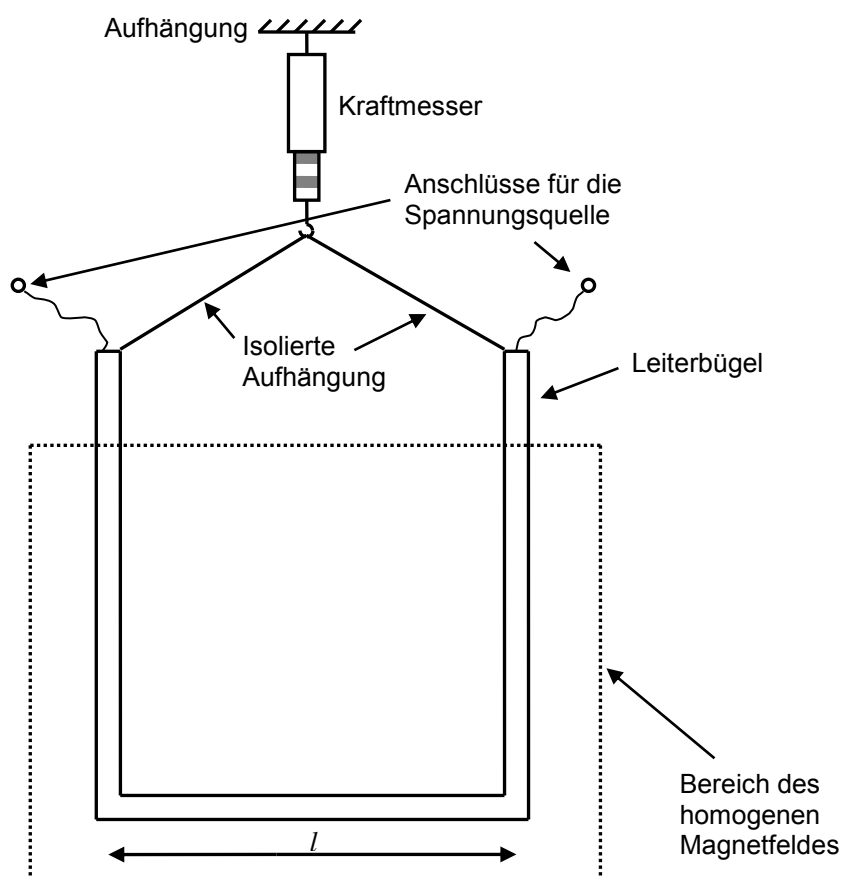


Abb. 1: Zu ergänzender prinzipieller Versuchsaufbau zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte B

I in A	1,35	6,00	11,75	17,54	23,17
F in mN	5,1	23,5	44,2	66,6	89,4

Tabelle 1: Messdaten für ein Leiterstück der Länge $l = 2,0$ cm

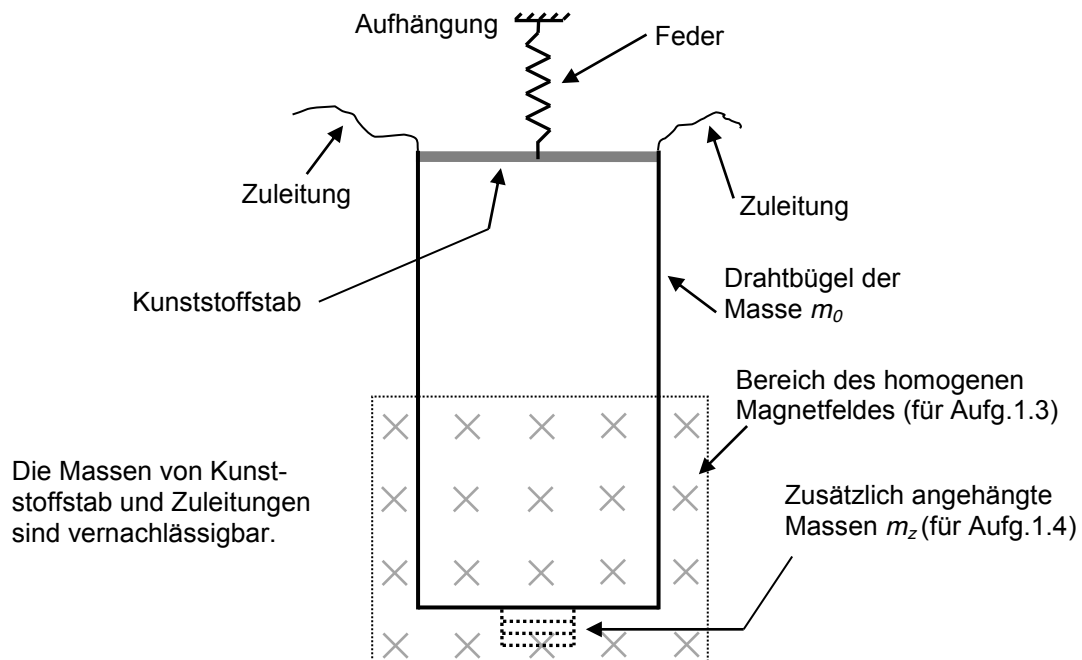


Abb. 2: Versuchsaufbau zu 1.3 und 1.4: Die Gesamtmasse $m_g = m_0 + m_z$ kann durch zusätzlich angehängte Massestücke variiert werden. Über die Zuleitungen kann der Drahtbügel an einen Funktionsgenerator angeschlossen werden.

m_g in g	35	45	55	65	75	85	95
T in s	0,601	0,681	0,753	0,813	0,879	0,931	0,985

Tabelle 2: Messdaten zur Abhängigkeit der Periodendauer T von der Gesamtmasse $m_g = m_0 + m_z$
Hinweis: Die Masse der Feder wurde bereits in den Messwerten berücksichtigt und soll von Ihnen nicht weiter betrachtet werden.

Zentralabitur 2014	Physik	Schülermaterial
Aufgabe I	gA	Nachschreibtermin
		Bearbeitungszeit: 220 min

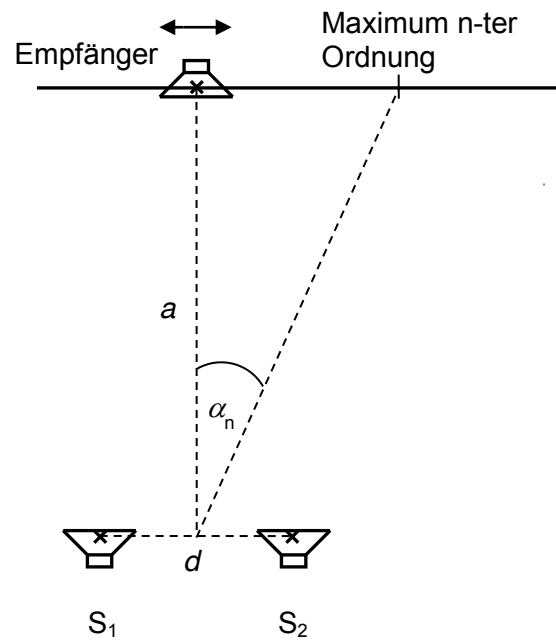


Abb. 3: Schematische Darstellung der Anordnung der beiden Sender S_1 und S_2 und des Empfängers

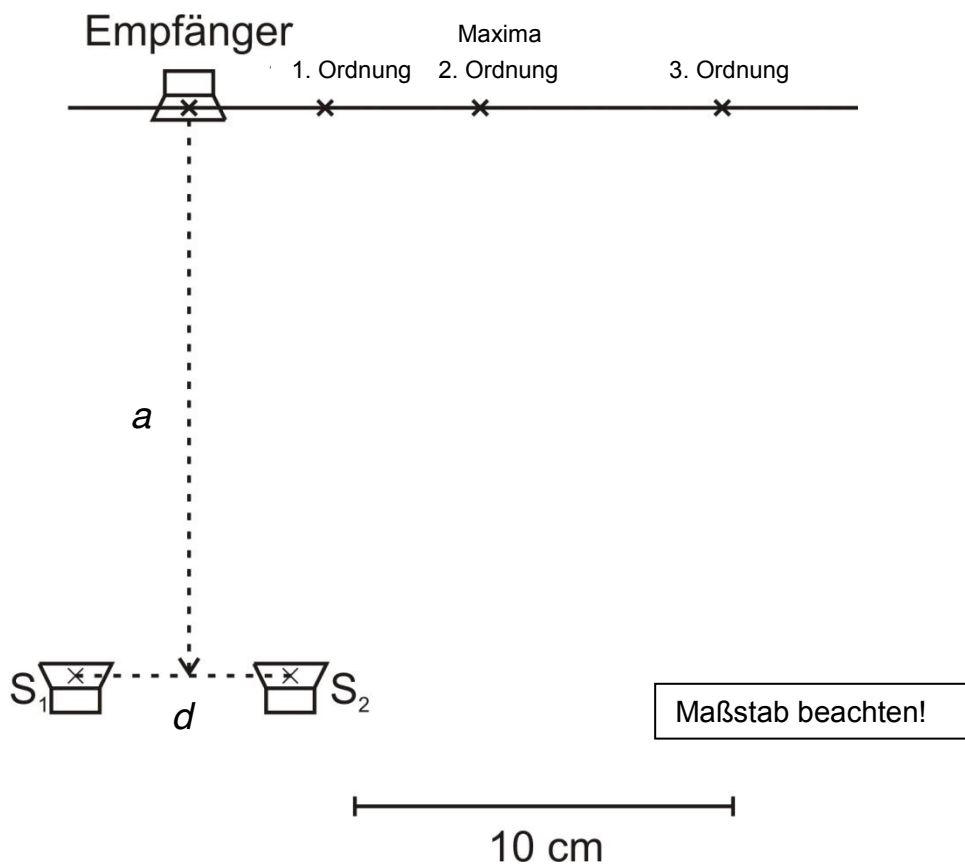
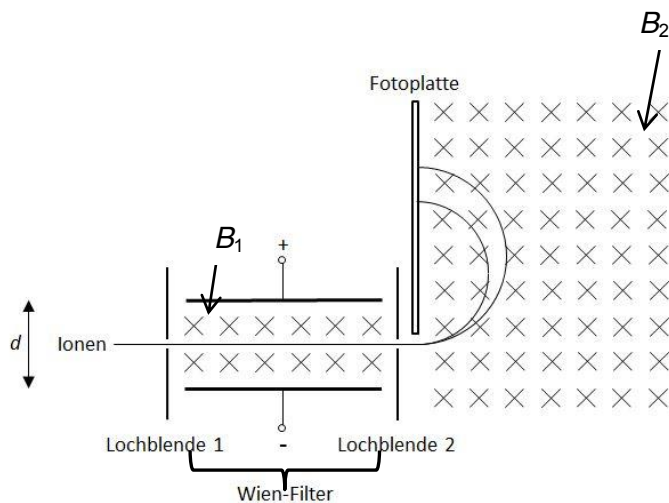


Abb. 4: Maßstäbliche Zeichnung einschließlich der Lage der Maxima 1. bis 3. Ordnung



Für die elektrische Feldstärke im Wien-Filter gilt:

$$E = \frac{U_k}{d}$$

Dabei sind U_k die Spannung zwischen den Kondensatorplatten und d der Plattenabstand.

Abb. 5: Versuchsaufbau zur Untersuchung positiv geladener Ionen
 Der Abstand der Kondensatorplatten des Wien-Filters beträgt $d = 2,5 \text{ cm}$.
 Die Spannung zwischen den Kondensatorplatten ist $U_k = 800 \text{ V}$.

$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B_2}$	m : Masse der Ionen q : elektrische Ladung r : Radius B_2 : magnetische Flussdichte v : Geschwindigkeit der Ionen	$m_{\text{C12}} = 1,993 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ $m_{\text{C14}} = 2,325 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ $B_2 = 0,15 \text{ T}$ $v = 2,0 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Abb. 6: Formel und Daten für Aufgabe 3.3

Hilfsmittel

- Taschenrechner
- Eine von der Schule eingeführte für das Abitur zugelassene physikalische Formelsammlung
- Eine von der Schule eingeführte für das Abitur zugelassene mathematische Formelsammlung