

2021

Lehrplan **PLUS**

FOS · BOS 12

Fachabitur-Prüfung
mit Lösungen

**MEHR
ERFAHREN**

Bayern

Physik

+ Aufgaben im Stil der Bayern

ActiveBook
• Interaktives
Training

Original-Prüfungsaufgaben

2020 zum Download



STARK

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Stichwortverzeichnis

Hinweise zur Fachabiturprüfung in Physik

1 Allgemeine Hinweise	I
2 Fachspezifische Hinweise	II
3 Methodische und praktische Hinweise	IV
4 Operatoren	VIII
5 Zum Umgang mit diesem Buch	XI

Übungsaufgaben zur Fachabiturprüfung ab 2019

Aufgabe 1: Fallbeschleunigung	1
Aufgabe 2: Achterbahn	7
Aufgabe 3: Gewehrschuss	11
Aufgabe 4: Seilwelle	19
Aufgabe 5: Pendelschwingung	24
Aufgabe 6: Wasserwellen	32
Aufgabe 7: Plattenkondensator	40
Aufgabe 8: Gold-Cap	45
Aufgabe 9: Spule im Magnetfeld	50
Aufgabe 10: Leiterstück im Magnetfeld	57

Aufgaben im Stil der Fachabiturprüfung ab 2019

Pflichtaufgabengruppe P:	Tintenstrahldrucker; Bogenvergleich; Plattenkondensator; Erdmagnetfeld; stehende Welle	M1
Wahlaufgabengruppe W1:	Induktionsspule; Körper vor gespannter Feder (Bewegung m. Reibung auf horizontaler/schiefer Ebene) . .	M12
Wahlaufgabengruppe W2:	Motorrad, Auto (lineare Bewegung); Wasseroberflächenwellen	M20
Wahlaufgabengruppe W3:	Induktion (Rotation einer Spule im Erdmagnetfeld); Kondensator als Energiespeicher	M28

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2017

Aufgabe I:	Luftkissenfahrbahn (verschied. Bewegungsarten, Stoß); Elektrostatik (gelad. Hohlkugel, Fadenpendel mit gelad. Kugel)	2017-1
Aufgabe II:	Bewegung von H- und Na-Ionen im E- und B-Feld; Defibrillator (Modell: Lade- und Entladevorgang am Kondensator) . .	2017-13
Aufgabe III:	Feder-Schwere-Pendel; Sonde Rosetta (Massenspektrometer) . .	2017-23

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2018

Aufgabe I:	Kugel auf gespannter Feder (Schwingung, senkrechter Wurf); Kondensator (Ladevorgang, Reihen- und Parallelschaltung)	2018-1
Aufgabe II:	Marslandung (Synchronsatellit, senkrechter Wurf); Massenspektrometer m. radialsymmetr. E- und homogenem B-Feld.	2018-14
Aufgabe III:	Kraft auf stromdurchflossenen Leiter; erzwungene Schwingung; Induktion; Millikanversuch.	2018-26

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2019

Pflichtaufgabengruppe P:	Schiefer Wurf; Kreisbewegung; elektr. Feld (gelad. Hohlkugel); Wellenwanne; Seilwelle	2019-1
Wahlaufgabengruppe W1:	Oszillierendes Spielzeugauto (schiefe Ebene; Kreisbahn).	2019-16
Wahlaufgabengruppe W2:	Beschleunigter Fahrstuhl; Induktionsspule. . . .	2019-23
Wahlaufgabengruppe W3:	Raumstation; Öltröpfchen im Plattenkondensator	2019-30

Fachabitur-Prüfungsaufgaben 2020 (online)*

Pflichtaufgabengruppe P:	Kreisbewegung; freier Fall, Induktion; elektrisches Feld (Punktladung); Wellenwanne	2020-1
Wahlaufgabengruppe W1:	Fadenpendel (Kinderschaukel); stehende Wellen (Seilwellen)	2020-17
Wahlaufgabengruppe W2:	Plattenkondensator; Stoß (Impulserhaltung), konstant verzögerte Bewegung (Reibung)	2020-27
Wahlaufgabengruppe W3:	Induktion (Wagen auf gerader und schiefer Ebene) . .	2020-35

* Das Corona-Virus hat im vergangenen Schuljahr auch die Prüfungsabläufe durcheinandergebracht und manches verzögert. Daher sind die Aufgaben und Lösungen zur Fachabiturprüfung 2020 in diesem Jahr nicht im Buch abgedruckt, sondern erscheinen in digitaler Form: Sie können das PDF zu den Original-Prüfungsaufgaben 2020 auf der Plattform MyStark herunterladen. Den Zugangscode finden Sie auf den Farbseiten vorne in diesem Buch.

Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Fachabiturprüfung 2021 vom Kultusministerium bekannt gegeben werden, finden Sie aktuelle Informationen dazu im Internet ebenfalls auf MyStark.

Jeweils im Herbst erscheinen die neuen Ausgaben der Fachabitur-Prüfungsaufgaben mit Lösungen.



Ihr Coach zum Erfolg: Mit dem **interaktiven Training** erhalten Sie **online auf MyStark** Aufgaben und Lernvideos zu allen relevanten Themengebieten des Fachabiturs in Physik. Am besten gleich ausprobieren! Ausführliche Infos inkl. Zugangscode finden Sie auf den Farbseiten vorne in diesem Buch.

Lösungen der Aufgaben: Gerhard Schindler; Joachim Klöver

Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

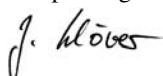
dieses Buch bietet Ihnen die Möglichkeit, sich optimal auf die Fachabiturprüfung zum Erwerb der **Fachhochschulreife an Fachoberschulen und Berufsoberschulen im Fach Physik der 12. Klasse in Bayern** vorzubereiten.

- In den allgemeinen **Hinweisen und Tipps zur Fachabiturprüfung** finden Sie Informationen zu Ablauf, Struktur und Inhalt der Prüfung, dazu viele weitere Tipps, die Ihnen beim Lösen der Prüfungsaufgaben helfen werden.
- Den Hauptteil des Buches bildet eine Aufgabensammlung – basierend auf prüfungsrelevanten Originalaufgaben früherer Jahrgänge –, die passgenau die Erfordernisse der neuen Fachabiturprüfung abbildet. Sie finden im Einzelnen
 - **Übungsaufgaben** zu allen prüfungsrelevanten Themen des Fachabiturs seit 2019;
 - eine **Prüfungsaufgabe im Stil der neuen Fachabiturprüfung seit 2019**, die sich in Aufbau, Umfang und Schwierigkeitsgrad an der Fachabiturprüfung orientiert;
 - die vollständigen **Original-Fachabiturprüfungen** der Jahrgänge 2017 bis 2019.
 - Die **Fachabiturprüfung 2020** steht auf MyStark als Download zur Verfügung (siehe Hinweis auf der nächsten Seite).
 - Die ausführlichen **Lösungsvorschläge** zeigen Ihnen die eigentlichen Zusammenhänge auf und helfen Ihnen, die Lösungsidee und die einzelnen Lösungsschritte besser zu verstehen.
 - Die den Lösungsvorschlägen vorangestellten **Lösungshinweise** unterstützen Sie darin, selbstständig die Lösung zu finden. Sie lenken Ihren Blick auf den Kern der Aufgabe und zeigen die Richtung eines möglichen Lösungsweges auf.
- Das zweigeteilte **Stichwortverzeichnis** (alphabetisch bzw. thematisch geordnet) ermöglicht Ihnen die gezielte Suche nach bestimmten Inhalten.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei der Fachabiturprüfung!



Gerhard Schindler



Joachim Klöver

Hinweis: Das Corona-Virus hat im vergangenen Schuljahr auch die Prüfungsabläufe durcheinandergebracht und manches verzögert. Daher sind die Aufgaben und Lösungen zur Fachabiturprüfung 2020 in diesem Jahr nicht im Buch abgedruckt, sondern erscheinen in digitaler Form. Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2020 zur Veröffentlichung freigegeben sind, können Sie sie als PDF auf der Plattform **MyStark** herunterladen. Den Zugangscode finden Sie auf den Farbseiten vorne in diesem Buch.

Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Fachabiturprüfung 2021 vom Kultusministerium bekannt gegeben werden, finden Sie aktuelle Informationen dazu im Internet ebenfalls auf MyStark.



Ihr Coach zum Erfolg: Mit dem **interaktiven Training** erhalten Sie **online auf MyStark** Aufgaben und Lernvideos zu allen relevanten Themengebieten des Fachabiturs in Physik. Am besten gleich ausprobieren!

Ausführliche Infos inkl. Zugangscode finden Sie auf den Farbseiten vorne in diesem Buch.

Hinweise und Tipps zur Fachabiturprüfung

1 Allgemeine Hinweise

Schulsituation

Zur Beruflichen Oberschule gehören die Fachoberschule (FOS) und die Berufsoberschule (BOS).

Voraussetzung für den Besuch der Beruflichen Oberschule ist ein mittlerer Schulabschluss, wobei den Leistungen in den Fächern Deutsch, Englisch und Mathematik eine besondere Bedeutung zukommt. Für den Besuch der BOS ist zusätzlich eine abgeschlossene Berufsausbildung Voraussetzung. In die Vorklasse der BOS können unter bestimmten Voraussetzungen auch Schüler aufgenommen werden, die noch keinen mittleren Schulabschluss haben, den sie bei entsprechenden Leistungen dann dort erwerben.

Die Berufliche Oberschule umfasst die Jahrgangsstufen 11, 12 und 13. Mit dem Erwerb des Fachabiturs nach der 12. Jahrgangsstufe kann der Bildungsgang beendet werden.

Der Besuch der 13. Jahrgangsstufe hat das Ziel die fachgebundene Hochschulreife (nur Englisch als Fremdsprache) oder auch die allgemeine Hochschulreife (mit einer zweiten Fremdsprache) zu erwerben. Damit ist die Berufliche Oberschule eine gleichwertige Alternative zur gymnasialen Oberstufe.

Die schriftliche Prüfung wird in den Fächern Deutsch, Englisch, Mathematik und in einem für die jeweilige Ausbildungsrichtung (Agrarwirtschaft, Bio- und Umwelttechnologie; Gestaltung; Gesundheit; internationale Wirtschaft; Sozialwesen; Technik; Wirtschaft und Verwaltung) charakteristischen Profulfach abgelegt. Für die Ausbildungsrichtung Technik ist Physik das vierte schriftlich geprüfte Fach.

Prüfungen

Die Aufgaben der schriftlichen Fachabiturprüfung werden zentral vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus gestellt. Aufgaben zur mündlichen Prüfung stellt jede Schule bzw. die Fachlehrkraft in eigener Verantwortung. Mündliche Prüfungen sind in aller Regel freiwillig und bieten damit die Möglichkeit, die Prüfungsnote zu verbessern. Bewertet wird mit dem Punktesystem.

Für die schriftliche Prüfung im Fach **Physik** gilt folgendes:

- Die Prüfung besteht aus einem Pflichtteil (P) und drei Wahlteilen (W).
- Für die Schülerinnen und Schüler besteht keine Auswahlmöglichkeit. Die Fachlehrkraft wählt aus den drei gestellten Wahlteilen zwei aus, die bearbeitet werden müssen. Der Pflichtteil ist für alle Schülerinnen und Schüler gleich.
- Die Arbeitszeit beträgt 180 Minuten.
- Die Bearbeitung der Prüfungsaufgaben erfolgt unter der Verwendung von zugelassenen Hilfsmitteln (Taschenrechner und Formelsammlung).
- Bei jeder Teilaufgabe sind die erreichbaren Bewertungseinheiten (BE) angegeben.
- Es sind insgesamt maximal 100 BE zu erreichen (40 BE im Pflichtteil und jeweils 30 BE in den beiden Wahlteilaufgaben).
- Die erzielten Bewertungseinheiten werden nach dem folgenden Schlüssel in Punkte umgerechnet:

BE	0–19	20–26	27–33	34–40	41–45	46–50	51–55	56–60
Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7

BE	61–65	66–70	71–75	76–80	81–85	86–90	91–95	96–100
Punkte	8	9	10	11	12	13	14	15

2 Fachspezifische Hinweise

Die folgende Auflistung gibt Ihnen einen Überblick über den prüfungsrelevanten Stoff (sie ersetzt nicht den Lehrplan). Zwar lassen sich hieraus noch keine Schlüsse über Breite und Tiefe der Anforderungen in den Prüfungsaufgaben ziehen, doch gibt die Zusammenstellung Ihnen alle für die Prüfung wichtigen Themen und Begriffe zur Hand, sodass sie als inhaltlicher Leitfaden für Ihre Vorbereitung dienen kann.

Beschreibung von Bewegung

- Abhängigkeit der Beschreibung von der Wahl des Bezugssystems
- Ein- und zweidimensionale Bewegungen (Ortsvektor, -koordinate, Ortsveränderung, Vektorcharakter der Geschwindigkeit und der Beschleunigung)
- mittlere und momentane Geschwindigkeit und Beschleunigung (auch für lineare Bewegungen mit nicht konstanter Beschleunigung)
- Koordinatengleichungen für eine geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit bzw. konstanter Beschleunigung und den zugehörigen Diagrammen
- Freier Fall
- Schiefer Wurf

Dynamik

- Masse und Kraft
- Newtonschen Gesetze
- Reibungskraft
- Kräftepläne
- Impuls als Vektorgroße, Gesetz der Impulserhaltung
- Antriebs- und Bremsvorgänge für Bewegungen auf horizontaler und geneigter Ebene mit und ohne Reibung

Arbeit, Energie

- Arbeit bei konstanter und nicht konstanter Kraft
- Zusammenhang zwischen Arbeit und Energie
- mechanische Energieformen
- Erhaltung der mechanischen Gesamtenergie in einem abgeschlossenen, reibungsfreien System

Kreisbewegung und Gravitation

- Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit
- Umlaufdauer, Frequenz, Drehwinkel im Bogenmaß, Winkelgeschwindigkeit
- Ortsvektor, Betrag und Richtung der Bahngeschwindigkeit, Zentripetalbeschleunigung und Zentripetalkraft
- Kurvenfahrt
- Gravitationsgesetz von Newton
- geostationärer Satellit

Mechanische Schwingungen und Wellen

- Amplitude, Elongation, Periodendauer, Frequenz, Rückstellkraft
- Koordinatengleichungen für Elongation, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Rückstellkraft sowie die zugehörigen Diagramme
- Energieumwandlungen
- Entstehung und Ausbreitung von Längs- und Querwellen, Wellenfront
- Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit
- Beugung am Einfachspalt, Elementarwelle, ebene Welle
- Gleichung der fortschreitenden harmonischen Querwelle, Momentanbilder
- Beugung und Interferenz am Doppelspalt, konstruktive und destruktive Interferenz ebener Kreiswellen (Wasser und Schall)
- stehende Wellen

Klassische Felder

- Feldlinienbilder von elektrischen Feldern
- elektrische Feldstärke, elektrische Ladung, elektrisches Kraftgesetz, Coulombkraft, Coulombfeld, homogenes elektrostatisches Feld
- potenzielle Energie, Potenzial, Spannung
- Kapazität eines Kondensators, Energieinhalt des zugehörigen elektr. Feldes
- Feldlinienbilder von magnetischen Feldern
- magnetische Flussdichte, magnetisches Kraftgesetz (Dreifingerregel)

- magnetischer Dipol, Elementarmagnet, magnetisches Kraftgesetz
- magnetische Flussdichte einer langgestreckten Spule

Elektromagnetische Induktion

- der magnetische Fluss
- Induktionsgesetz in differenzieller Form
- Regel von Lenz
- Selbstinduktion, Induktivität
- Energieinhalt des Magnetfeldes einer langgestreckten Spule

Neben diesen physikalischen Inhalten sollen Sie in Ihrer Schulzeit auch fachliche und methodische **Kompetenzen** erlernen.

Zu den **fachlichen** Kompetenzen werden der Erwerb, die Wiedergabe, die Einordnung, die kritische Reflexion sowie die Beurteilung von physikalischem Wissen gezählt. Die **methodischen** Kompetenzen beziehen sich auf die Art der physikalischen Erkenntnisgewinnung und deren Darstellung. Über diesen beiden Kompetenzen stehen die allgemeinen und vielfältigen Kompetenzen der **Kommunikation** und **Bewertung**.

In den Prüfungsaufgaben wird sowohl ein breites Spektrum der fachlichen Inhalte als auch der Kompetenzen abgeprüft. Der Pflichtteil bezieht sich dabei auf ein sehr breites Spektrum von Kompetenzen, denen Inhalte aus mehreren Schwerpunkten zugrunde liegen. Diese können sich auf reines Grundwissen beziehen, aber auch die erworbenen Fähigkeiten abprüfen. In den einzelnen Wahlteilen wird es sich eher um zusammenhängende Teilaufgaben eines Problems handeln, die aber inhaltlich durchaus weitgefächert und stoffübergreifend sein können. Es ist auch nicht auszuschließen, dass innerhalb eines Wahlteils mit 30 BE zwei Themenbereiche kombiniert werden.

3 Methodische und praktische Hinweise

- **Vorbereitungszeit:** Wie der vorige Abschnitt zeigt, erstreckt sich der abprüfbare Stoff auf einen umfangreichen Themenkatalog, zum Teil auf Inhalte, die zeitlich weit vor dem Prüfungstermin besprochen werden. Sie lassen sich zwar wenige Tage vor der Prüfung auffrischen (geht nur, wenn schon etwas da ist), aber nicht mehr gründlich aneignen. Klammern Sie sich auch nicht zu sehr an die Formelsammlung und den Taschenrechner – sie sind wichtige Hilfsmittel, können aber die gründliche Vorbereitung nicht ersetzen. Das notwendige physikalische Wissen und Verständnis lässt sich nur durch kontinuierliches Arbeiten erwerben.
- **Prüfungsbeginn:** In aller Regel ist es gleichgültig, mit welchem Aufgabenteil Sie beginnen, da die Anforderungen in den einzelnen Themenbereichen auf ähnlichem Niveau liegen und Sie sowieso die Pflicht- und Wahlteilaufgaben bearbeiten müssen. Sollten Sie nach einem kurzen Überblick (geht von der Arbeitszeit ab) glauben, einen der Themenbereiche am besten zu beherrschen, beginnen Sie damit. Das kann Sicherheit bringen, wenn es läuft. Falls nicht, bedenken Sie, dass eine Aufgabe sich bestens entwickeln kann, wenn man sich erst konzentriert und intensiv mit ihr beschäftigt. Messen Sie dem Überblick nicht zu viel Bedeutung bei.

Aufgabenstellung

BE

- 1.0** Eine flache, rechteckige Spule S besitzt die Breite $b=4,0\text{ cm}$, die Höhe $h=5,0\text{ cm}$, die Masse $m=40\text{ g}$ und die Windungszahl N_S . Eine luftgefüllte, langgestreckte, zylindrische Feldspule mit der Windungszahl $N_F=12\,750$ und der Länge $\ell_F=80\text{ cm}$ wird von einem Gleichstrom der Stärke I_F durchflossen, so dass die magnetische Flussdichte \vec{B} im Innern der Feldspule den Betrag $B=40\text{ mT}$ hat.

- 1.1** Berechnen Sie I_F .

- 1.2.0** Die Spule S hängt an einem Kraftmesser und taucht durch einen Schlitz auf halber Länge der Feldspule derart in das Innere der Feldspule ein, dass sich alle seitlichen Leiter von S gleich weit, aber nicht vollständig innerhalb der Feldspule befinden. Die Querschnittsfläche des eingetauchten Teils der Spule S wird senkrecht von den Feldlinien des Magnetfeldes der Feldspule durchsetzt. Die oberen Querleiter der Spule S befinden sich stets außerhalb der Feldspule (siehe Skizze). Der Kraftmesser ist so eingestellt, dass er den Wert 0 anzeigt, solange durch die Spule S kein Strom fließt. Fließt durch die Spule S ein Gleichstrom der Stärke I_S , so zeigt der Kraftmesser den Betrag F_I der zusätzlich zur Gewichtskraft wirkenden Zugkraft \vec{F}_I an.

In einem Experiment erhält man die folgenden Messwerte:

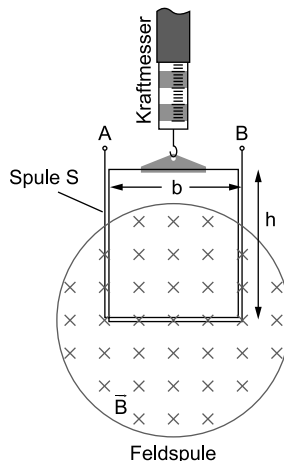
I_S in A	1,0	1,6	2,2	2,8
F_I in N	0,25	0,40	0,52	0,68

- 1.2.1** Geben Sie die notwendige Polung der Spannung an den Enden A und B der Spule S an, damit \vec{F}_I nach unten orientiert ist, und begründen Sie Ihre Angabe.

2

- 1.2.2** Fertigen Sie einen Kräfteplan an, der alle auf die stromdurchflossene Spule S wirkenden Kräfte enthält.

4



3

- 1.2.3** Untersuchen Sie mithilfe einer geeigneten grafischen Auswertung, wie F_I von I_S abhängt.

Formulieren Sie den gefundenen Zusammenhang als Gleichung und ermitteln Sie mithilfe des Diagramms den Wert für die in der Gleichung auftretende Proportionalitätskonstante k .

[mögliches Teilergebnis: $k = 0,24 \frac{N}{A}$]

5

- 1.2.4** Berechnen Sie mithilfe von k und den gegebenen Daten aus Teilaufgabe 1.0 die Windungszahl N_S .

3

- 1.3.0** Die Spule S aus Teilaufgabe 1.0 hängt nun nicht mehr am Kraftmesser, sondern am unteren Ende einer vertikal aufgehängten Schraubenfeder. Das obere Ende der Schraubenfeder ist fest eingespannt. Die Spule S taucht wie in Teilaufgabe 1.2.0 teilweise in die stromdurchflossene Feldspule ein. Ein Frequenzgenerator wird in geeigneter Weise an die Anschlüsse A und B angeschlossen. Dadurch fließt in der Spule S der Wechselstrom $I_S(t) = I_0 \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$. I_0 wird während des folgenden Versuches nicht verändert, die unteren Querleiter der Spule S befinden sich immer vollständig innerhalb und die oberen Querleiter immer vollständig außerhalb des Magnetfeldes.

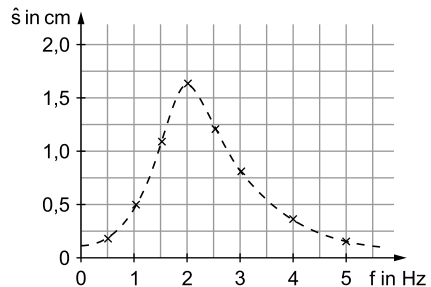
- 1.3.1** Für eine fest eingestellte Frequenz ergibt sich eine erzwungene harmonische Schwingung der Spule S in vertikaler Richtung.

Erklären Sie, wie es zu dieser erzwungenen Schwingung kommt.

3

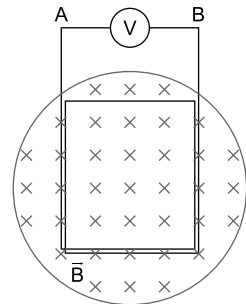
- 1.3.2** Ermittelt man die Amplitude \hat{s} dieser erzwungenen harmonischen Schwingung in Abhängigkeit von der eingestellten Frequenz f , ergibt sich der nebenstehende Graph.

Berechnen Sie mithilfe dieses Diagramms die Federkonstante D der verwendeten Feder, wenn die Masse der Feder vernachlässigt wird.



4

- 1.4.0** Der Aufbau aus Teilaufgabe 1.3.0 wird nun derart verändert, dass der Wechselspannungsgenerator durch ein Voltmeter ersetzt wird. Außerdem wird die Spule S jetzt vollständig in die Feldspule eingetaucht und dort so fixiert, dass die gesamte Querschnittsfläche der Spule S senkrecht von den magnetischen Feldlinien der Feldspule durchsetzt wird (siehe Skizze). Die Windungszahl der Spule S beträgt $N_S = 150$.



Teilaufgabe 1.1

Suchen Sie in ihrer Formelsammlung die Formel zur Berechnung der magnetischen Flussdichte in einer langgestreckten Spule, stellen Sie die Gleichung nach der gesuchten Stromstärke um und berechnen Sie diese.

Teilaufgabe 1.2.1

Da die Richtungen und Orientierungen der wirkenden Kraft und der magnetischen Flussdichte bekannt sind, müssen Sie sich damit und mit der Rechte-Hand-Regel die Orientierung des notwendigen Stromflusses überlegen. Anschließend müssen Sie sich überlegen, welche Polung notwendig ist, um diese Orientierung zu realisieren.

Teilaufgabe 1.2.2

An die Spule S greifen insgesamt drei unterschiedliche Arten von Kräften an, die zu insgesamt fünf einzeln einzuzeichnenden Kraftvektoren führen.

Achten Sie auch darauf, die Kraftvektoren mit der korrekten Länge zu zeichnen. (→ Kräftebilanz: Die Spule ist in Ruhe und die Spule taucht symmetrisch in das Magnetfeld der Feldspule ein.)

Teilaufgabe 1.2.3

Das genaue Lesen des Aufgabentextes lohnt sich: Sie sollen u.a. die „Proportionalitätskonstante“ ermitteln. Welcher Zusammenhang liegt also offenbar vor?

Für den grafischen Nachweis der zu untersuchenden Abhängigkeit muss der Graph eine Ursprungsgerade ergeben. Überlegen Sie sich die notwendigen Achsenbezeichnungen aufgrund der Vorgabe in der Aufgabenstellung.

Vergessen Sie nicht, mithilfe des Diagramms den Wert der Proportionalitätskonstante k zu bestimmen.

Teilaufgabe 1.2.4

Hierzu benötigen Sie die Formel, die den Zusammenhang zwischen der Stärke des Stroms durch einen Leiter im Magnetfeld und der daraus folgenden Kraft auf diesen stromdurchflossenen Leiter beschreibt (Formelsammlung).

Durch Vergleich mit dem in Teilaufgabe 1.2.3 gefundenen Zusammenhang können Sie N_S bestimmen.

Teilaufgabe 1.3.1

Beschreiben Sie, wie sich der periodische Wechsel von Betrag und Richtung des Stroms auf die in Teilaufgabe 1.2.2 diskutierten Kräfte auswirkt.

1.1 Stärke des Stroms durch die Feldspule

Für die magnetische Flussdichte einer langgestreckten Spule gilt (Formelsammlung):

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N_F}{\ell_F} \cdot I_F \Rightarrow I_F = \frac{B \cdot \ell_F}{\mu_0 \cdot N_F} = \frac{40 \cdot 10^{-3} \text{ T} \cdot 0,80 \text{ m}}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot 12\,750} = 2,0 \text{ A}$$

1.2.1 Polung der Spannung an A und B

Der Kraftvektor \vec{F}_I auf die unteren Querleiter der Spule S zeigt nach unten und die magnetische Flussdichte \vec{B} in die Zeichenebene. Nach der Drei-Finger-Regel der rechten Hand muss die (technische) Stromrichtung dann in diesen unteren Querleitern von rechts nach links orientiert sein. Folglich muss an **B** der **Pluspol** und an **A** der **Minuspol** der Spannungsquelle anliegen.

1.2.2 Kräfteplan

Vorüberlegung: Auf die Spule S wirkt die Gewichtskraft \vec{F}_G nach unten, die Federkraft \vec{F}_{Feder} des Kraftmessers nach oben sowie die Kraft \vec{F}_I auf einen stromdurchflossenen Leiter innerhalb des Magnetfeldes. \vec{F}_I wirkt dabei auf die unteren Querleiter nach unten und auf die vertikalen Querleiter, die sich auch teilweise im Magnetfeld der Feldspule befinden und stromdurchflossen sind, jeweils nach außen. Aufgrund der Symmetrie muss für die Längen dieser beiden Kraftvektoren gelten:

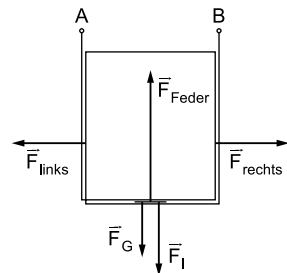
$$|\vec{F}_{\text{links}}| = |\vec{F}_{\text{rechts}}|$$

Da sich die Spule S nach dem Eintauchen in die Feldspule in Ruhe befindet, muss nach dem Trägheitssatz von Newton für die Längen der anderen drei Kraftvektoren gelten:

$$|\vec{F}_I| + |\vec{F}_G| = |\vec{F}_{\text{Feder}}|$$

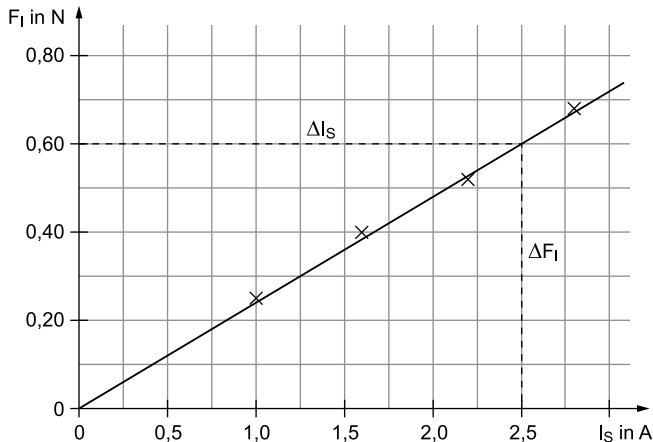
Aufgrund dieser Vorüberlegungen sollte der Kräfteplan dann folgendermaßen aussehen:

- \vec{F}_G : Gewichtskraft auf die Spule S
- \vec{F}_I : zusätzliche Zugkraft auf die Spule S nach unten
- \vec{F}_{Feder} : Kraft der Feder
- \vec{F}_{links} : Kraft auf die Spule S nach links
- \vec{F}_{rechts} : Kraft auf die Spule S nach rechts



1.2.3 Zusammenhang zwischen F_I und I_S

TIPP Sieht man sich die Werte in der Tabelle einmal genauer an, liegt die Vermutung nahe, dass hierbei eine **direkte Proportionalität** zwischen F_I und I_S vorliegt. Da konkret untersucht werden soll, „wie F_I von I_S abhängt“, muss F_I auf der Ordinate (y-Achse) und I_S auf der Abszisse (x-Achse) angetragen werden. Als Folge ist eine Ursprungsgerade als Graph zu erwarten. Verwenden Sie einen sinnvollen Maßstab, damit das Diagramm nicht zu klein wird.



Im Rahmen der Mess- und Zeichengenauigkeit liegen die zu den Messwerten gehörenden Punkte im I_S - F_I -Diagramm auf einer Ursprungsgeraden. Daraus folgt:

$$\underline{\underline{F_I \sim I_S}} \quad \text{bzw.} \quad \underline{\underline{F_I = k \cdot I_S}} \quad (k = \text{konst.})$$

Zur Bestimmung des Wertes der Proportionalitätskonstanten k mithilfe des Diagramms zeichnet man ein sinnvolles und nicht zu kleines Steigungsdreieck an den Graphen an. Mit z. B. $\Delta F_I = 0,60 \text{ N}$ und $\Delta I_S = 2,5 \text{ A}$ (siehe Diagramm) ergibt sich für k :

$$k = \frac{\Delta F_I}{\Delta I_S} = \frac{0,60 \text{ N}}{2,5 \text{ A}} = \underline{\underline{0,24 \frac{\text{N}}{\text{A}}}}$$

1.2.4 Windungszahl N_S

Aus Teilaufgabe 1.2.3 ist nun bekannt:

$$F_I = k \cdot I_S \quad (1)$$

Allgemein gilt für den Betrag der Kraft auf den stromdurchflossenen Leiter:

$$F_I = B \cdot N_S \cdot b \cdot I_S \quad (2)$$



© **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