

Zentralabitur 2020	Physik	Material für Prüflinge	
Aufgabe II		gA	Bearbeitungszeit: 220 min

Thema: Zentrale Experimente der Physik

In Aufgabe 1 wird bei einem Federpendel der Einfluss der Masse auf die Periodendauer untersucht. In Aufgabe 2 erfolgt die Bestimmung der Gitterkonstanten eines Gitters. In Aufgabe 3 werden mittels einer Stromwaage Daten zum magnetischen Feld erfasst und ausgewertet.

Aufgabenstellung

Aufgabe 1

In einem Experiment wird die Periodendauer T eines Federpendels untersucht. Material 1a (M1a) enthält die im Experiment erhobenen Messdaten.

1.1 Planen Sie ein Experiment, um Messdaten wie in M1a dargestellt zu erheben. **[5 BE]**

1.2 Der funktionale Zusammenhang $T = f(m)$ zwischen Periodendauer T und Masse m wird durch $T = k \cdot \sqrt{m}$ beschrieben.

Bestätigen Sie, dass die Messdaten in M1a dieser Gleichung genügen, wobei Sie Ihre Vorgehensweise in der im Unterricht vereinbarten Weise dokumentieren.

Bestimmen Sie den Proportionalitätsfaktor k unter Beachtung der zugehörigen Einheit. **[7 BE]**

1.3 In einem weiteren Experiment wird das angehängte Massestück m durch einen Sensor der Masse m_S zur Messwerterfassung ersetzt, die Feder bleibt unverändert. M1b zeigt die Daten.

Ermitteln Sie die Periodendauer T sowie deren Messunsicherheit möglichst genau.

Berechnen Sie mit den Daten von M1b die Masse m_S des angehängten Sensors. **[5 BE]**

1.4 Eine harmonische Schwingung liegt vor, wenn Auslenkung s und Rückstellkraft F_R proportional zueinander sind: $F_R = D \cdot s$. In einem Experiment wird untersucht, ob eine Schraubenfeder dieser Voraussetzung genügt, M1c zeigt die Messdaten.

Beurteilen Sie unter Verwendung von M1c, ob es einen Bereich der Gesamtlänge l der Schraubenfeder gibt, in dem das Pendel harmonisch schwingt. **[3 BE]**

Aufgabe 2

In dieser Aufgabe wird die Gitterkonstante eines Transmissionsgitters unter Verwendung von sichtbarem Licht und Beobachtung eines Interferenzbildes untersucht.

2.1 Planen Sie den Aufbau eines Experiments zur Bestimmung der Gitterkonstanten eines Transmissionsgitters unter Verwendung von monochromatischem Licht und der objektiven Methode.

Erläutern Sie das Entstehen der Maxima bei der Interferenz an einem Gitter.

Bei der Interferenz am Gitter gelten: $g \cdot \sin(\alpha) = n \cdot \lambda$ und $\alpha = \arctan\left(\frac{a_n}{e}\right)$

n : Ordnung des Maximums, λ : Wellenlänge, g : Gitterkonstante, e : Abstand Gitter-Schirm, a_n : Abstand Maximum n -ter Ordnung – Hauptmaximum, α : Beobachtungswinkel des n -ten Maximums.

Leiten Sie die Gleichungen anhand geeigneter Skizzen begründet her.

Hinweis: Bei der Herleitung genügt die Betrachtung zweier benachbarter Gitteröffnungen. **[13 BE]**

- 2.2** Mit einem geeigneten Aufbau erhält man mit einer rot leuchtenden LED und einem Gitter (Herstellerangabe $g = 2,00 \cdot 10^{-6} \text{m}$) ein Interferenzbild (M2a).

Bestätigen Sie unter Verwendung von M2a die Gitterkonstante des Gitters.

Erläutern Sie experimentelle Maßnahmen zur Verringerung der Messunsicherheit der gemessenen Größen a_n und e .

[6 BE]

- 2.3** In einer Abwandlung des Experiments werden auch Maxima höherer Ordnung beobachtet.

Ermitteln Sie die höchste Ordnung der theoretisch zu beobachtenden Maxima.

Hinweis: Für alle beobachtbaren Maxima ist die Ungleichung $n \cdot \frac{\lambda}{g} < 1$ erfüllt.

[3 BE]

Aufgabe 3

In M3a ist der schematische Aufbau einer sogenannten Stromwaage dargestellt, mit der die Kraft auf einen stromführenden Leiter in einem Magnetfeld untersucht werden kann. Bei allen Telexperimenten befindet sich der jeweilige Leiter im homogenen Bereich des zeitlich konstanten Magnetfeldes. Hinweis: Gravitationskräfte sollen bei der Bearbeitung der Aufgabe nicht berücksichtigt werden.

- 3.1** Der Leiter in M3a soll aus der waagerechten Ausgangslage nach unten gezogen werden.

Zeichnen Sie in M3a unter Angabe einer Begründung eine Kombination für die Polung der elektrischen Anschlüsse und die Richtung der magnetischen Flussdichte B ein.

Hinweis: Die magnetische Flussdichte wird auch magnetische Feldstärke genannt.

[3 BE]

- 3.2** In einem ersten Telexperiment wird bei konstanter Länge s des waagerechten Leiterstücks die Stromstärke I durch den Leiter variiert und die Kraft F auf den Kraftsensor abgelesen (M3b).

Ermitteln Sie mit den Daten aus M3b den funktionalen Zusammenhang $F = f(I)$ zwischen der Stromstärke I durch den Leiter und der gemessenen Kraft F , wobei Sie Ihre Vorgehensweise in der aus dem Unterricht bekannten Form dokumentieren.

Zur Bestätigung der Definitionsgleichung für die magnetische Flussdichte B wird das erste Telexperiment unter Variation der Leiterlängen s erneut durchgeführt. Die Messdaten sind in M3c grafisch dargestellt.

Erläutern Sie, wie man mit Hilfe der Quotienten $\frac{F}{I}$ aus M3b und M3c die Definitionsgleichung

$B = \frac{F}{I \cdot s} = \frac{1}{s} \cdot \frac{F}{I}$ für die magnetische Flussdichte bestätigen kann.

Bestimmen Sie aus den Messwerten in M3b und M3c die fehlenden Angaben in M3d und anschließend die magnetische Flussdichte B .

[12 BE]

- 3.3** Es werden nun zwei Leiterschleifen gleicher Länge s verwendet, wie sie in M3e dargestellt sind. Beide Leiterschleifen werden bei gleicher Stromstärke nacheinander zwischen die Polschuhe des Elektromagneten gebracht.

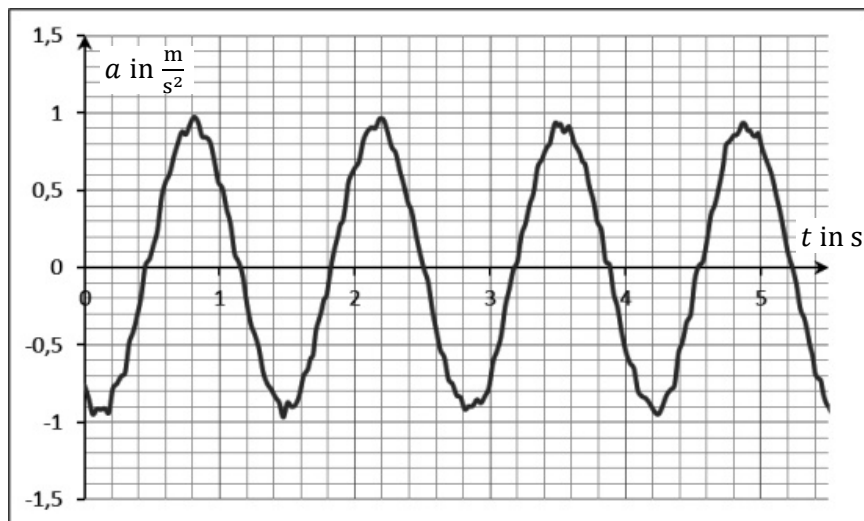
Stellen Sie eine begründete Hypothese darüber auf, ob sich durch die unterschiedlichen Formen auch Unterschiede in der resultierenden Kraft auf die Leiterschleifen ergeben.

[3 BE]

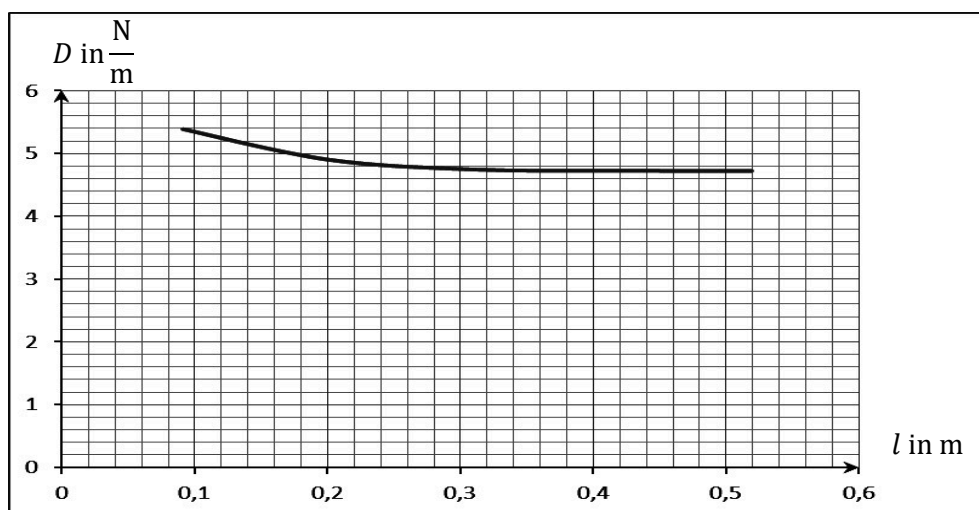
Material

m in g	50	100	150	200
$10 \cdot T$ in s	7,02	9,91	12,06	14,03

M1a: Messdaten zur Abhängigkeit der Periodendauer T von der angehängten Masse m eines Federpendels

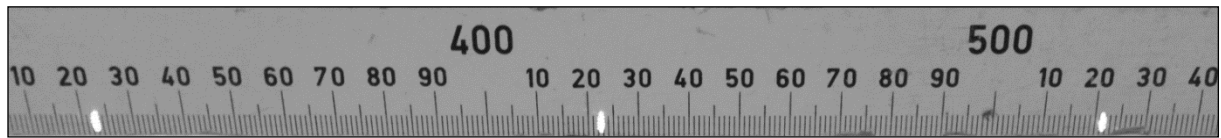


M1b: Messdaten zur zeitabhängigen Beschleunigung $a(t)$ des Sensors
Der Sensor ist an einer Feder ($D = 4,0 \text{ N/m}$) befestigt und schwingt nur senkrecht.



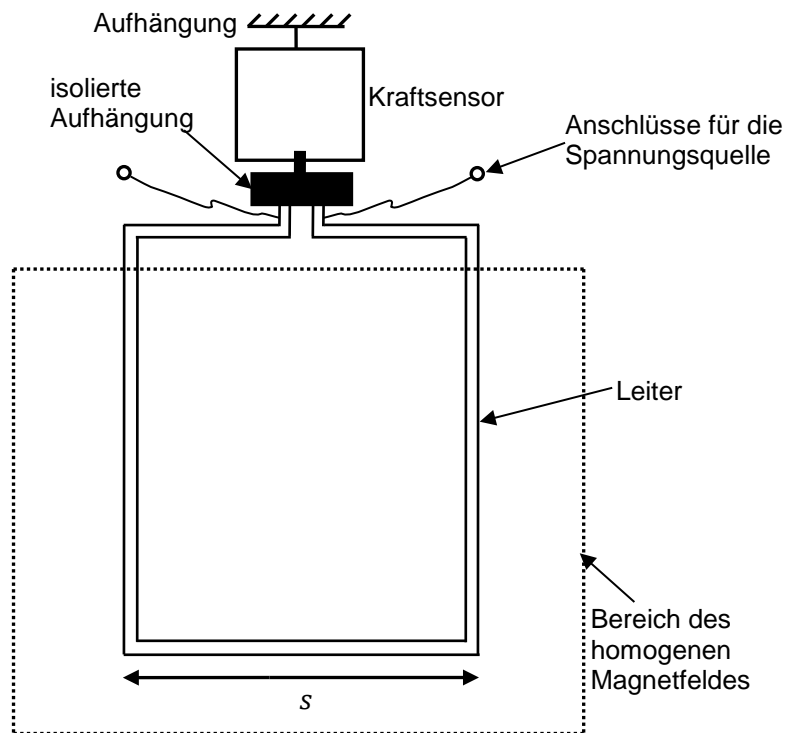
M1c: Messdaten zur Untersuchung der Schraubenfeder

Die aufgenommenen Daten sind vereinfacht dargestellt. Auf der Rechtsachse ist die Gesamtlänge l der Feder aufgetragen, auf der Hochachse die Richtgröße D . Diese wird häufig Federkonstante genannt.



M2a: Interferenzbild auf dem Schirm

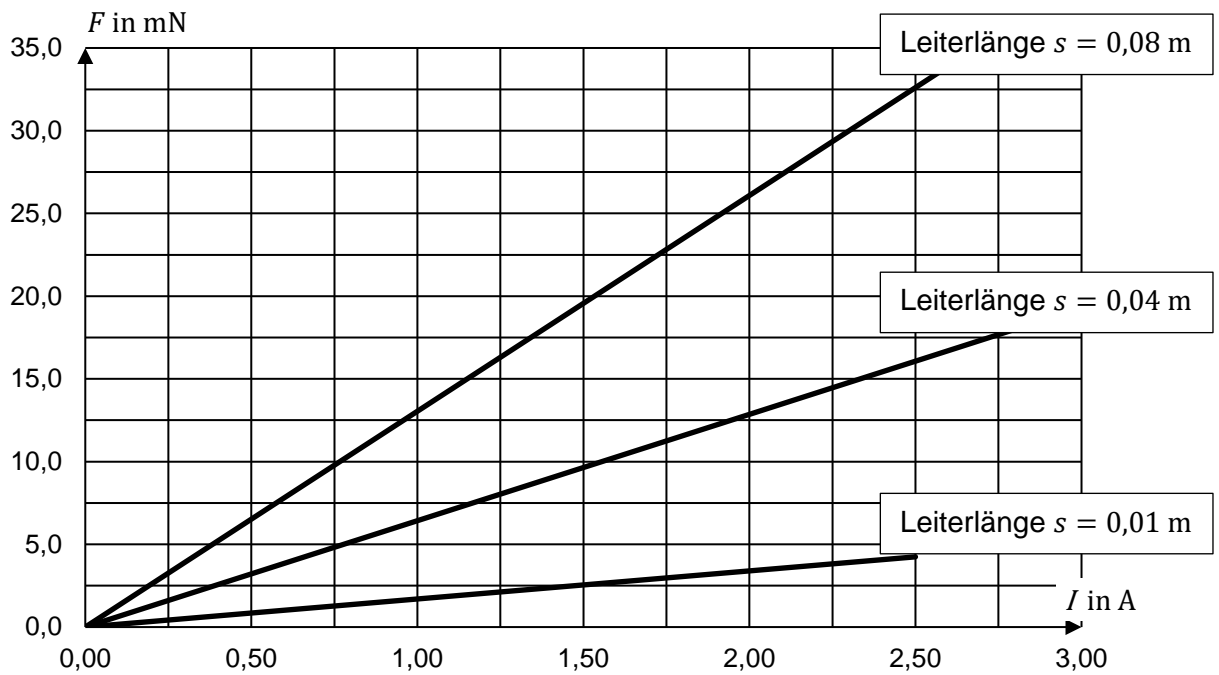
Der Maßstab zeigt Millimeter, das Maximum 0. Ordnung ist in der Mitte, $\lambda = 631 \text{ nm}$,
 $e = 320 \text{ mm}$.



M3a: Zu ergänzende Skizze des Versuchsaufbaus zur Bestimmung der magnetischen Flussdichte B

Stromstärke I in A	0,0	0,55	1,25	2,00	2,30	2,55	2,90
Kraft F in mN	0,0	1,7	4,1	6,6	7,6	8,5	9,5

M3b: Messwerte zum ersten Teilversuch in 3.2 mit konstanter Leiterlänge $s = 0,02 \text{ m}$

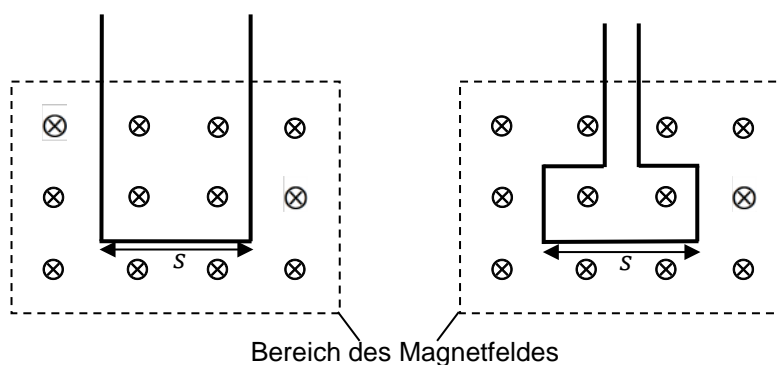


M3c: I – F –Diagramm zu den drei weiteren Messreihen in 3.2

Vereinfachend sind nur die Ausgleichsgraphen ohne Messpunkte dargestellt.

s in m	0,01	0,02	0,04	0,08
$\frac{F}{I}$ in $\frac{\text{mN}}{\text{A}}$				
B in mT				

M3d: Leiterlänge s , Quotient $\frac{F}{I}$ und magnetische Flussdichte B zu den Messreihen in M3b und M3c



M3e: Vereinfachte Darstellung der beiden Leiterschleifen gleicher Länge s aus 3.3

Das Symbol \otimes bedeutet, dass die Magnetfeldlinien senkrecht zur Zeichenebene stehen.

Hilfsmittel

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