

- allgemeinbildendes Gymnasium
- Abendgymnasium und Kolleg
- schulfremde Prüfungsteilnehmer

Schriftliche Abiturprüfung Leistungskursfach Physik

- E R S T T E R M I N -

Material für den Prüfungsteilnehmer

Teil A

Allgemeine Arbeitshinweise

Ihre Arbeitszeit einschließlich der Zeit für das Lesen der Aufgabentexte für den Prüfungsteil A beträgt **60 Minuten**.

Im Teil A sind 15 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar.

Zugelassene Hilfsmittel:

- Zeichengeräte
- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- zweisprachiges Wörterbuch für Prüfungsteilnehmer mit Migrationshintergrund, deren Herkunftssprache nicht Deutsch ist (Deutsch-Herkunftssprache/Herkunftssprache-Deutsch)

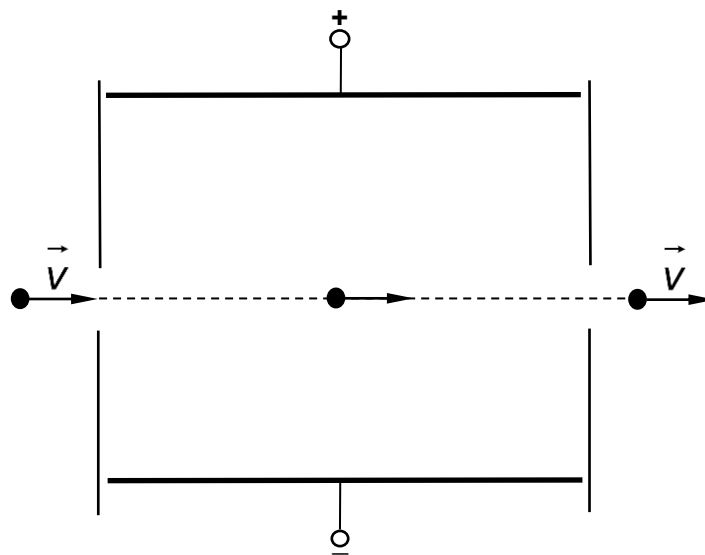
Handelt es sich bei den Hilfsmitteln um Wörterbücher, sind jeweils nichtelektronische und elektronische Wörterbücher zugelassen, sofern sie geschlossene Systeme ohne Möglichkeit der Speichererweiterung sind. Internetfähige Hilfsmittel sind ausgeschlossen.

Prüfungsinhalt**Teil A**

Bearbeiten Sie die nachstehenden Aufgaben.

1 Geladene Teilchen im Einfluss von elektrischem und magnetischem Feld

Die Abbildung zeigt das Prinzip eines Geschwindigkeitsfilters. Der Innenraum eines geladenen Kondensators wird vollständig von einem homogenen, zeitlich konstanten Magnetfeld durchsetzt. Protonen durchlaufen die Anordnung.



- 1.1 Für die Geschwindigkeit \vec{v} ist die Bewegung geradlinig gleichförmig. Tragen Sie die Kräfte, die im Innenraum des Kondensators auf ein solches Proton wirken, vektoriell durch Pfeile in die Abbildung ein. Benennen Sie diese.

Erreichbare BE-Anzahl: 02

- 1.2 Protonen mit größerer Geschwindigkeit durchlaufen die rechte Blende nicht. Erklären Sie.

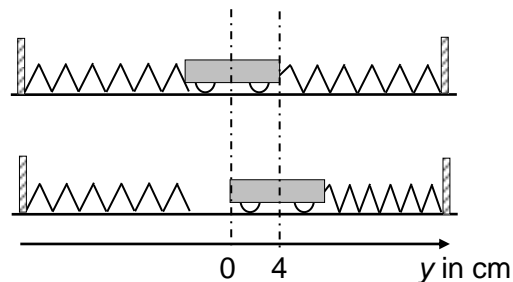
Erreichbare BE-Anzahl: 03

2 Mechanische Schwingung

- 2.1 Geben Sie an, welche Bedingung die zur Gleichgewichtslage rücktreibende Kraft erfüllt, damit eine mechanische Schwingung harmonisch ist.

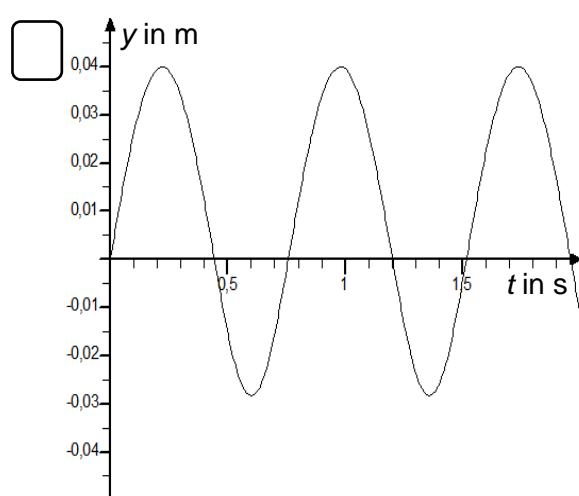
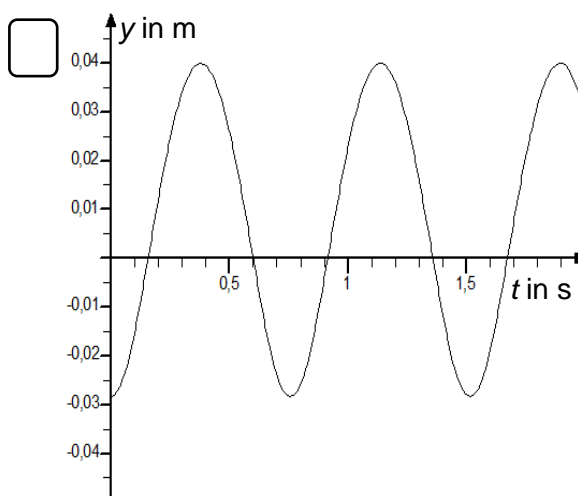
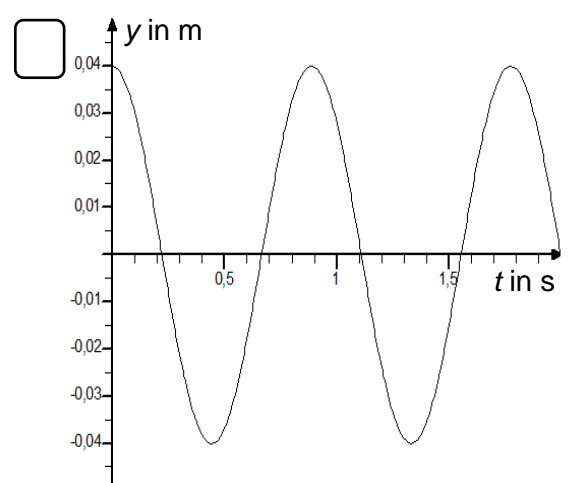
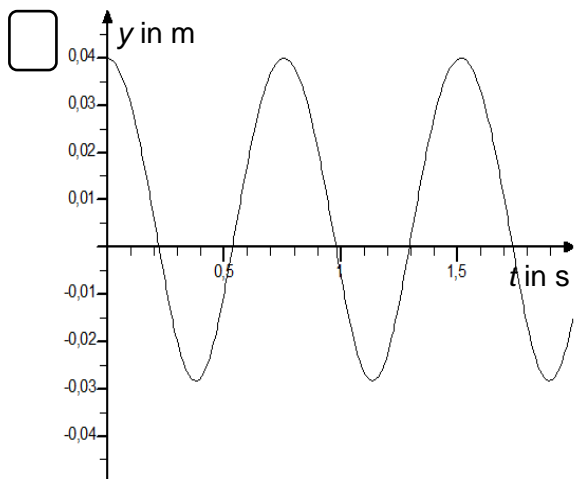
Erreichbare BE-Anzahl: 01

- 2.2 Die Abbildung zeigt ein aus zwei identischen Schraubenfedern und einem Experimentierwagen bestehendes schwingungsfähiges System. Die Federn sind links und rechts jeweils an der Wand befestigt. Der Wagen ist nur mit der rechten Feder fest verbunden.



Die obere Abbildung zeigt das System in der Gleichgewichtslage (Mitte des Wagens am Ort $y = 0$). Keine der beiden Federn ist gedehnt oder gestaucht. Der Wagen wird nach rechts um 4,0 cm ausgelenkt (untere Abbildung), zum Zeitpunkt $t = 0$ freigegeben und führt eine ungedämpfte Schwingung aus.

- 2.2.1 Kreuzen Sie an, welches Diagramm die Bewegung des Wagens richtig beschreibt. Begründen Sie.



Erreichbare BE-Anzahl: 02

2.2.2 Der Wagen bewegt sich durch die Gleichgewichtslage. Kreuzen Sie die richtige Aussage an. Begründen Sie.

- ☐ Die kinetische Energie ist minimal.
- ☐ Die Geschwindigkeit ist minimal.
- ☐ Die Beschleunigung ist Null.
- ☐ Die Beschleunigung ist maximal.

Erreichbare BE-Anzahl: 02

3 Ein thermodynamischer Kreisprozess besteht aus genau einer isothermen, einer isobaren und einer isochoren Zustandsänderung des idealen Gases.

Zwei Prozessführungen, die sich in der Abfolge der Zustandsänderungen unterscheiden, sind möglich.

3.1 Skizzieren Sie jeweils ein $p(V)$ -Diagramm für die beiden Möglichkeiten der Prozessführung.

Hinweis: Der Graph wird jeweils im Uhrzeigersinn durchlaufen.

Erreichbare BE-Anzahl: 02

3.2 Eine der beiden möglichen Prozessführungen enthält eine Zustandsänderung (a), bei der die Zufuhr von Wärme ausschließlich zur Erhöhung der inneren Energie des Gases führt.

Die andere enthält eine Zustandsänderung (b), bei der die Volumenarbeit am Gas ausschließlich zur Abgabe von Wärme führt.

Wenden Sie die Gleichung des ersten Hauptsatzes auf diese beiden Zustandsänderungen an.

Kennzeichnen Sie die Zustandsänderungen (a) und (b) im jeweiligen Diagramm.

Hinweis: $\Delta U = Q + W$

Erreichbare BE-Anzahl: 03

Schriftliche Abiturprüfung Leistungskursfach Physik

- E R S T T E R M I N -

Material für den Prüfungsteilnehmer

Teile B und C

Allgemeine Arbeitshinweise

Ihre Arbeitszeit einschließlich der Zeit für das Lesen der Aufgabentexte für die Prüfungsteile B und C beträgt **210 Minuten**.

Insgesamt sind 45 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar, davon

30 BE im Teil B und
15 BE im Teil C.

Zugelassene Hilfsmittel:

- grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner mit oder ohne Computer-Algebra-System (CAS) oder ein CAS auf der Grundlage einer anderen geschlossenen Plattform entsprechend den getroffenen Festlegungen der Schule
- Tabellen- und Formelsammlung
- PC oder Laptop entsprechend einer Aufgabenstellung für die Modellbildung und Simulation im Prüfungsteil C
- Zeichengeräte
- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- zweisprachiges Wörterbuch für Prüfungsteilnehmer mit Migrationshintergrund, deren Herkunftssprache nicht Deutsch ist (Deutsch-Herkunftssprache/Herkunftssprache-Deutsch)

Handelt es sich bei den Hilfsmitteln um Wörterbücher, sind jeweils nichtelektronische und elektronische Wörterbücher zugelassen, sofern sie geschlossene Systeme ohne Möglichkeit der Speichererweiterung sind. Internetfähige Hilfsmittel sind ausgeschlossen.

Prüfungsinhalt

Teil B

Bearbeiten Sie die nachstehenden Aufgaben.

1 Krummlinige Bewegungen

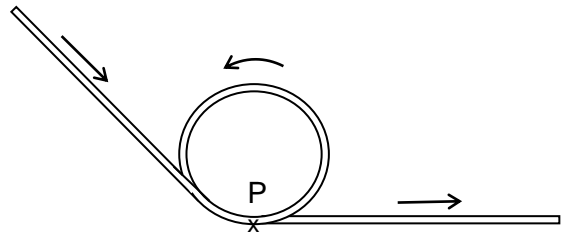
Auf einem Volksfest befinden sich unter den zahlreichen Fahrgeschäften eine Achterbahn und ein historisches Kettenkarussell.



Um die physikalischen Gesetzmäßigkeiten zu untersuchen, werden die folgenden Modelle erstellt.

1.1 Modell 1:

Ein Körper der Masse 120 g gleitet eine geneigte Ebene hinab, durchläuft reibungsfrei eine vertikale Kreisbahn mit dem Radius 26 cm und wird auf einer horizontalen Ebene gleichmäßig abgebremst.



- 1.1.1 Weisen Sie rechnerisch ausgehend vom Energie- und Kräfteansatz nach, dass vor dem Durchlaufen der Kreisbahn die Geschwindigkeit des Körpers im tiefsten Punkt P der Bahn mindestens $3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ beträgt.

Erreichbare BE-Anzahl: 04

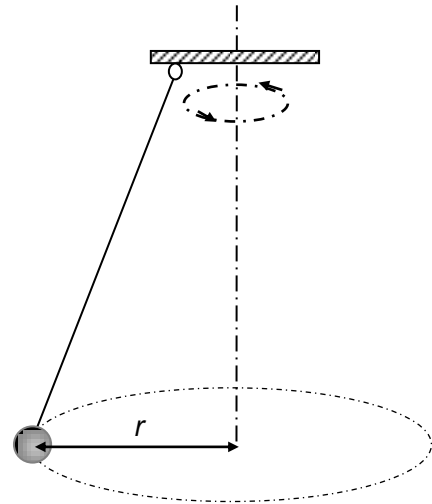
- 1.1.2 Die Geschwindigkeit des Körpers im tiefsten Punkt P beträgt $4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Durch das Bremsen sinkt die Geschwindigkeit gleichmäßig auf $0,35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Der Bremsweg beträgt 45 cm.

Berechnen Sie den Betrag der Bremskraft.

Erreichbare BE-Anzahl: 02

1.2 Modell 2:

Ein Massekörper bewegt sich von einem Faden geführt gleichförmig auf einer horizontalen Kreisbahn und wird dadurch aus der Senkrechten ausgelenkt.



Übernehmen Sie die Abbildung und tragen Sie an den Massekörper eine zugehörige Vektorzerlegung oder -addition der wirkenden Kräfte an. Beschriften Sie alle Kräfte. Formulieren Sie eine Je-desto-Aussage für den Zusammenhang zwischen Drehzahl und Auslenkung. Begründen Sie die Aussage unter Nutzung Ihrer Skizze.

Erreichbare BE-Anzahl: 05

2 Grundlagen der Quanten- und Atomphysik

- 2.1 Beim Franck-Hertz-Experiment wechselwirken bewegte Elektronen mit Gasatomen. Ab einer bestimmten kinetischen Energie der Elektronen werden Photonen der Vakuumwellenlänge 253 nm freigesetzt. Erklären Sie dieses Phänomen und berechnen Sie die Energie, die auf ein Gasatom bei einer Wechselwirkung übertragen wird.

Erreichbare BE-Anzahl: 04

- 2.2 Beim äußeren lichtelektrischen Effekt werden durch Bestrahlung von Metalloberflächen mit geeignetem Licht Elektronen herausgelöst.

Die kinetische Energie dieser Elektronen wird experimentell ermittelt. Die Tabelle stellt den Zusammenhang zwischen der Frequenz der eingestrahnten Photonen und der maximalen kinetischen Energie der herausgelösten Elektronen dar.

f in 10^{14} Hz	5,2	5,5	6,9	7,4
E_{kin} in eV	0,14	0,27	0,82	1,05

- 2.2.1 Erläutern Sie eine Methode zur Bestimmung der maximalen kinetischen Energie der herausgelösten Elektronen.

Erreichbare BE-Anzahl: 02

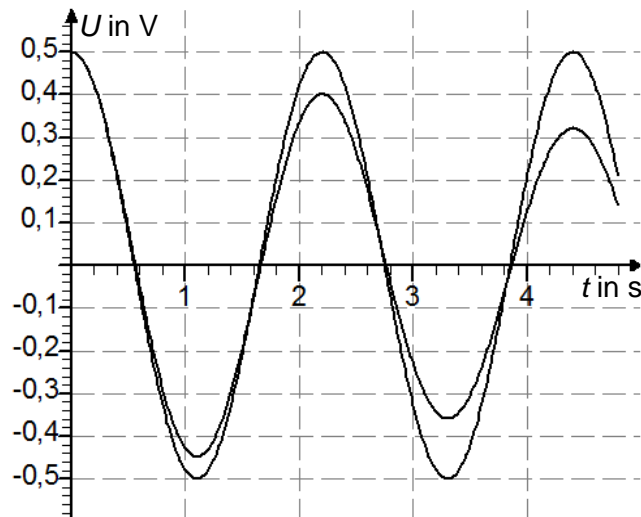
- 2.2.2 Ermitteln Sie unter Nutzung der gegebenen Messwertpaare sowohl das Planck'sche Wirkungsquantum als auch die Ablösearbeit für dieses Metall.

Erreichbare BE-Anzahl: 03

3 Elektromagnetische Schwingungen

Es wird ein Modell zur Simulation einer elektromagnetischen Schwingung erstellt. Die Abbildung zeigt das $U(t)$ -Diagramm für die Simulation der Schwingung eines Schwingkreises für den gedämpften und ungedämpften Fall.

Der Kondensator hat die Kapazität 95 mF , die Spule die Windungszahl 1000 , die Länge $0,05\text{ m}$ und die Querschnittsfläche $4,0\text{ cm}^2$.



- 3.1 Lesen Sie aus dem Diagramm die Periodendauer ab und weisen Sie rechnerisch nach, dass sich im Inneren der Spule nicht ausschließlich Luft befindet.

Erreichbare BE-Anzahl: 05

- 3.2 Die Schwingung ist gedämpft.

- 3.2.1 Ermitteln Sie den Betrag der innerhalb der ersten Periode entwerteten Energie.

Erreichbare BE-Anzahl: 03

- 3.2.2 Erläutern Sie eine Möglichkeit, um eine ungedämpfte elektromagnetische Schwingung zu erzeugen.

Erreichbare BE-Anzahl: 02

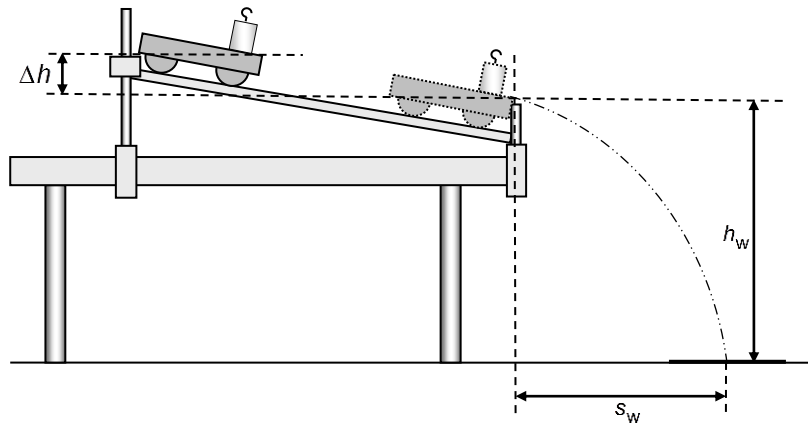
Teil C

Wählen Sie **eine** der nachstehenden Aufgaben aus und bearbeiten Sie diese.

Aufgabe C 1: Erhaltungssätze und Wurfbewegung

Ein Massekörper steht auf einem Experimentierwagen. Beide Körper bewegen sich gemeinsam aus der Ruhe heraus gleichmäßig beschleunigt eine geneigte Ebene hinab. Am Tischende prallt der Wagen auf ein Hindernis und ruht. Der Massekörper gleitet bis zur vorderen Kante des Wagens und verlässt diesen. In diesem Moment beginnt eine Wurfbewegung (siehe Abbildung). Der Massekörper führt einen schrägen Wurf aus, der Abwurfwinkel ist negativ.

Führen Sie Untersuchungen zur Umwandlung von mechanischer Energie und zum Wurf durch.



Die Experimentieranordnung wird Ihnen vollständig aufgebaut übergeben.

Planen Sie das Experiment den folgenden Aufgabenstellungen gemäß.

Erfragen Sie beim Aufsicht führenden Lehrer die Massen des Experimentierwagens und des Massekörpers.

Das planvolle und systematische Experimentieren wird bewertet.

Erreichbare BE-Anzahl: 01

- 1 Ermitteln Sie den Neigungswinkel der geneigten Ebene gegenüber der Horizontalen. Messen Sie die Höhendifferenz Δh und die Abwurfhöhe h_w .

Erreichbare BE-Anzahl: 03

- 2 Geben Sie den Wagen frei.

- 2.1 Messen Sie die Wurfbreite s_w . Führen Sie dieses Experiment mehrfach durch und bilden Sie den Mittelwert.

Erreichbare BE-Anzahl: 02

Für den schrägen Wurf gilt die Gleichung $s_y = -\frac{g}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} \cdot s_x^2 + (\tan \alpha) \cdot s_x + s_{0y}$.

- 2.2.1 Leiten Sie diese Gleichung aus den Bewegungsgleichungen $s_x(t) = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha$ und $s_y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha + s_{0y}$ her.

Erreichbare BE-Anzahl: 02

- 2.2.2 Ermitteln Sie unter Nutzung der hergeleiteten Gleichung die Geschwindigkeit des Massekörpers für den Abwurfort. Geben Sie die zugehörige kinetische Energie des Massekörpers an.

Erreichbare BE-Anzahl: 03

- 2.3 Vernachlässigen Sie die Reibung und berechnen Sie unter Nutzung des Messwerts Δh die kinetische Energie des Massekörpers für den Abwurfort.

Erreichbare BE-Anzahl: 02

- 3 Schätzen Sie unter Nutzung Ihrer Messwerte die Messunsicherheit für s_w ab und ermitteln Sie den relativen Fehler für s_w .

Erreichbare BE-Anzahl: 02

Aufgabe C 2: Interferenz von Licht

Führen Sie unter Nutzung der Interferenz von Licht Untersuchungen zur Bestimmung der mittleren Wellenlänge des von einem Farbfilter durchgelassenen Lichtanteils durch. Nutzen Sie dabei zwei Methoden.

Planen Sie die Experimente den folgenden Aufgabenstellungen gemäß.

Das planvolle und systematische Experimentieren wird bewertet.

Erreichbare BE-Anzahl: 01

1 Methode 1:

Das Prinzip dieser Methode besteht in der Abbildung von einfarbigen Interferenzstreifen auf einem Schirm unter Nutzung eines optischen Gitters.

Erfragen Sie beim Aufsicht führenden Lehrer die Gitterkonstante b .

- 1.1 Skizzieren Sie eine mögliche Experimentieranordnung. Beschriften Sie in Ihrer Skizze alle erforderlichen Geräte und Hilfsmittel und fordern Sie diese beim Aufsicht führenden Lehrer an.

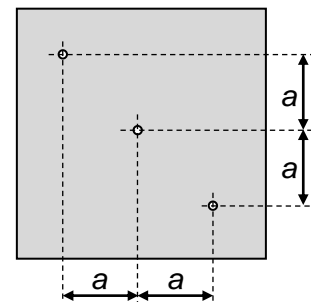
Erreichbare BE-Anzahl: 03

- 1.2 Ermitteln Sie unter Nutzung dieser Methode die Wellenlänge.

Erreichbare BE-Anzahl: 03

2 Methode 2:

Stellen Sie unmittelbar vor eine Experimentierleuchte (ohne Leuchtschlitz) den Farbfilter sowie die Blende mit drei kleinen kreisförmigen Öffnungen (siehe Abbildung). Im Abstand e wird parallel zur Blende das optische Gitter angeordnet.



- 2.1 Blicken Sie durch das optische Gitter senkrecht auf die Blende, so dass drei übereinander angeordnete Interferenzbilder erkennbar sind.

Ändern Sie während des Beobachtens den Abstand e .

Beschreiben Sie Ihre Beobachtung in Form einer Je-desto-Aussage.

Erreichbare BE-Anzahl: 01

- 2.2 Stellen Sie nun den Abstand e so ein, dass die drei übereinanderliegenden Interferenzbilder jeweils seitlich um eine Ordnung gegeneinander verschoben sind (siehe Abbildung).



Mit der Gleichung $\lambda = b \cdot \frac{a}{e}$ kann die Wellenlänge λ berechnet werden. Messen Sie die Größe a und ermitteln Sie unter Nutzung dieser Methode die Wellenlänge.

Erreichbare BE-Anzahl: 03

- 2.3 Nur die Größen a und e sind fehlerbehaftet. Schätzen Sie die jeweiligen Messunsicherheiten ab. Begründen Sie Ihre Abschätzung. Ermitteln Sie den relativen Fehler der Wellenlänge.

Erreichbare BE-Anzahl: 04

LEERSEITE