



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2024

PHYSIK (GRUNDLEGENDES ANFORDERUNGSNIVEAU)

Prüfungsaufgaben

Arbeitszeit einschließlich Auswahlzeit:

240 Minuten

Wählen Sie je ein Thema aus den beiden Themenblöcken zur Bearbeitung aus und kreuzen Sie diese beiden Themen an.

Bestätigen Sie die Entscheidung mit Ihrer Unterschrift.

Themenblock Grundlagen

Thema G 1: Beschleunigte Bewegungen ☐

Thema G 2: Induktion und Wechselstromwiderstände ☐

Themenblock Vertiefung

Thema V 1: Stoßende Kugeln ☐

Thema V 2: Der Millikan-Versuch (Themaufgabe) ☐

Thema V 3: Photozellen mit verschiedenen Kathodenmaterialien ☐

Unterschrift des Prüflings:

Thema G 1: Beschleunigte Bewegungen

BE

1 Bewegungsänderungen

- 1.1 Ein Körper bewegt sich aus dem Stand mit einer konstanten Beschleunigung. 6

Der Anfangsweg beträgt $s_0 = 0$.

Skizzieren Sie dazu das $v(t)$ - und das $s(t)$ -Diagramm.

Beschreiben Sie die Merkmale dieser Bewegung.

Ergänzen Sie in den beiden Diagrammen die Graphen für eine Bewegung mit gleicher Beschleunigung, die mit einer Anfangsgeschwindigkeit beginnt. Der Anfangsweg beträgt $s_0 = 0$.

- 1.2 Ein Körper der Masse $m = 1,8 \text{ kg}$ bewegt sich reibungsfrei auf einer Geraden. 16

Zu Beginn der Betrachtung hat der Körper eine Geschwindigkeit $v = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Im folgenden Diagramm ist die auf den Körper in Bewegungsrichtung wirkende Kraft in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt (Bild 1):

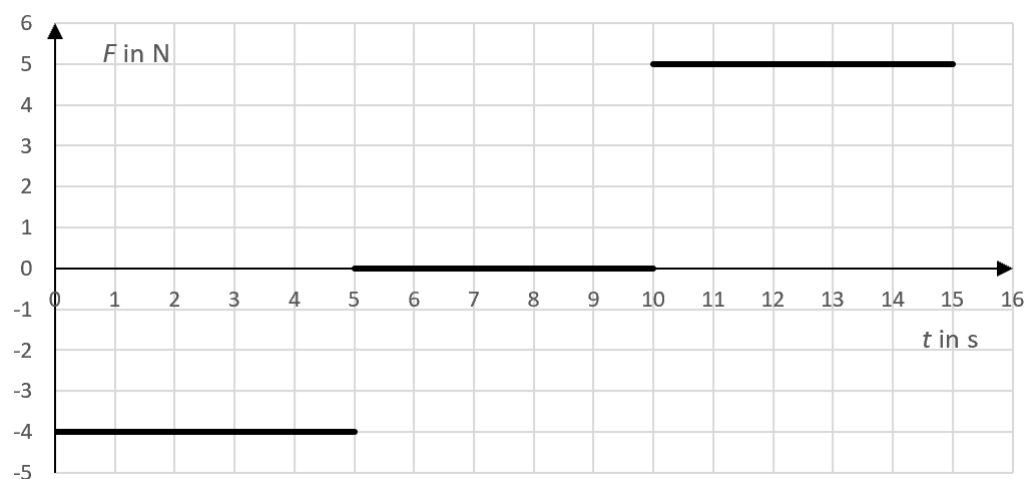


Bild 1

Nennen Sie jeweils die Bewegungsart in den drei Abschnitten.

Begründen Sie Ihre Aussagen.

Weisen Sie nach, dass die Endgeschwindigkeit $v_e = 64 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ beträgt.

Zeichnen Sie das $s(t)$ -Diagramm dieser Bewegung im Intervall $0 \leq t \leq 10 \text{ s}$.

Berechnen Sie alle erforderlichen Zwischenwerte.

2 Massenspektrograph

Mit dem abgebildeten Massenspektrographen wird die Bewegung von positiv geladenen Ionen in Feldern analysiert und ausgewertet.

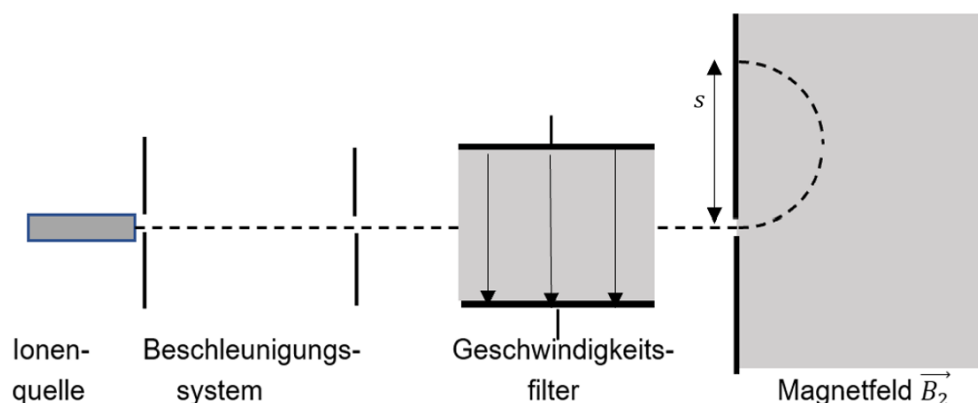


Bild 2

- 2.1 Im Geschwindigkeitsfilter ist das elektrische Feld der Feldstärke $\vec{E}$ durch die Feldlinien gegeben. 5

Beschreiben Sie, wie ein magnetisches Feld $\vec{B}_1$ überlagert werden muss, damit Ionen die Anordnung auf einer geradlinigen Bahn passieren und so den Spalt zum Magnetfeld $\vec{B}_2$ erreichen.

Zeigen Sie, dass nur Ionen der Geschwindigkeit

$$v = \frac{E}{B_1}$$

den Geschwindigkeitsfilter auf einer geradlinigen Bahn passieren und so den Spalt zum Magnetfeld $\vec{B}_2$ erreichen.

- 2.2 Im Magnetfeld $\vec{B}_2$ bewegen sich die Ionen auf Kreisbahnen. Mithilfe der gemessenen Radien kann die spezifische Ladung der Ionen $\frac{q}{m}$ bestimmt werden. 3

Leiten Sie die Gleichung her:

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{r \cdot B_2}$$

- 2.3 In einem Experiment werden auf dem Schirm die Abstände s der Auftreffpunkte vom Spalt für verschiedene magnetische Flussdichten B_2 ermittelt: 5

B_2 in T	0,60	0,70	0,80
s in cm	5,19	4,48	3,93

Die geladenen Teilchen haben eine Geschwindigkeit von $v = 1,5 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Weisen Sie nach, dass das Experiment mit Protonen durchgeführt wurde.

Thema G 2: Induktion und Wechselstromwiderstände

BE

1 Induktion auf einer geneigten Ebene

Ein Kupferdraht der Länge l gleitet aus der Ruhe vom Punkt D bis zum Punkt E . Die Bewegung wird als reibungsfrei angenommen. Senkrecht zur geneigten Ebene befindet sich ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte $\vec{B}$. Die Achse des Drahtes ist senkrecht zur Bewegungsrichtung und senkrecht zum Magnetfeld (Bild 1).

Daten:

$$\overline{DE} = 2,0 \text{ m}$$

$$B = 80 \text{ mT}$$

$$l = 0,5 \text{ m}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

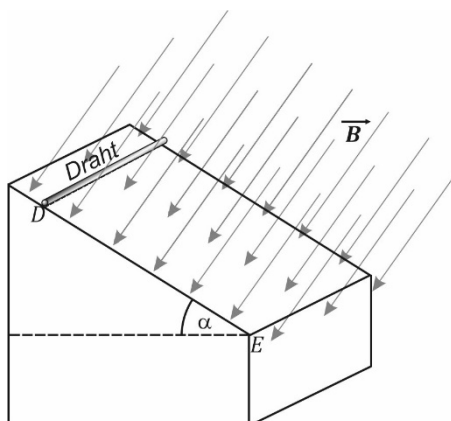


Bild 1

- 1.1 Zeigen Sie, dass die Geschwindigkeit des Drahtes am Ende der geneigten Ebene $v_E = 4,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beträgt.

3

- 1.2 An den Enden des Drahtes tritt eine Induktionsspannung auf.

7

Weisen Sie nach, dass für den Betrag der Induktionsspannung in Abhängigkeit vom Gleitweg s gilt: $|U_{\text{ind}}|(s) = l \cdot B \cdot \sqrt{2 g \cdot s \cdot \sin \alpha}$

Stellen Sie den Betrag der Induktionsspannung in Abhängigkeit vom Gleitweg in einem $|U_{\text{ind}}|(s)$ -Diagramm im Intervall $0 \leq s \leq \overline{DE}$ dar.

Berechnen Sie die dafür notwendigen Werte.

2 Wechselstromwiderstände

Ein Kondensator der Kapazität $C = 21 \mu\text{F}$ sowie eine Spule mit der Induktivität $L = 6,4 \text{ mH}$ und dem Leitungswiderstand R_L sind in Reihe geschaltet. Es wird eine Wechselspannung der Frequenz $f_1 = 500 \text{ Hz}$ angelegt.

- | | | |
|-----|---|---|
| 2.1 | Berechnen Sie den kapazitiven Widerstand X_C des Kondensators bei der angegebenen Frequenz f_1 . | 2 |
| 2.2 | Der Leitungswiderstand der Spule wurde in einer Gleichstrommessung mit $R_L = 10,00 \Omega$ bestimmt. Bei der angegebenen Frequenz f_1 hat die Spule den induktiven Widerstand $X_L = 20,11 \Omega$.
Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm für die angegebene Reihenschaltung. Legen Sie dafür einen geeigneten Maßstab fest.
Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms den Gesamtwechselstromwiderstand (Scheinwiderstand) Z . | 4 |
| 2.3 | Geben Sie die Veränderung des Gesamtwechselstromwiderstandes Z bei steigender Frequenz an. Begründen Sie Ihre Aussage. | 4 |

3 Induktivität einer Spule (Schülerexperiment)

15

In dieser Aufgabe ist ein Experiment durchzuführen und auszuwerten. Bearbeiten Sie dazu die Aufträge in den Vorbetrachtungen und führen Sie das Experiment durch. Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

Auftrag

Untersuchen Sie in einem Experiment die Abhängigkeit der Induktivität L einer Spule von der Eintauchtiefe s eines Eisenkerns (I-Kern).

Vorbetrachtungen

- 1 Geben Sie eine begründete Hypothese über die Veränderung der Induktivität einer Spule an, wenn sich die Eintauchtiefe eines Eisenkerns in die Spule verändert.
- 2 In einem Experiment sollen für eine Spule die Stromstärke und die Spannung im Wechselstromkreis gemessen werden.
Fertigen Sie dafür einen Schaltplan an.

Durchführung

Bestimmen Sie den Ohm'schen Widerstand R der Spulenwicklungen der bereitgelegten Spule in einer Gleichstrommessung.

Vergrößern Sie die Eintauchtiefe s des Eisenkerns in mindestens sechs Schritten und messen Sie die jeweiligen Stromstärken $I_{\sim}(s)$ im Wechselstromkreis.

Halten Sie dabei die Wechselspannung $U_{\sim} = 3,0 \text{ V}$ konstant. Zu diesem Zweck steht Ihnen eine regelbare Wechselspannungsquelle zur Verfügung. Die Frequenz der Wechselspannung beträgt $f = 50 \text{ Hz}$. Bild 2 zeigt einen beispielhaften Aufbau zur Veränderung der Eintauchtiefe des skalierten Eisenkerns.

Nehmen Sie die Messwerte in einem Messprotokoll auf.

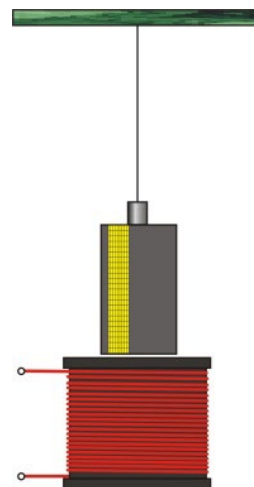


Bild 2

Auswertung

- 1 Berechnen Sie für jede Eintauchtiefe s des Eisenkerns die zugehörige Induktivität L der Spule. Nutzen Sie dafür die Gleichung

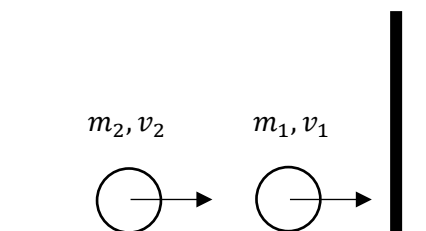
$$L(s) = \frac{\sqrt{\left[\frac{U_{\sim}}{I_{\sim}(s)}\right]^2 - R^2}}{2\pi \cdot f}$$

- 2 Stellen Sie die Induktivität L in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe s in einem $L(s)$ -Diagramm dar.
- 3 Bewerten Sie Ihre Hypothese aus der Vorbetrachtung zur Veränderung der Induktivität bei der Veränderung der Eintauchtiefe des Eisenkerns.
- 4 Führen Sie eine Fehlerbetrachtung durch.

Thema V 1: Stoßende Kugeln

BE

Zwei Kugeln, die als Punktmassen betrachtet werden, bewegen sich mit derselben Geschwindigkeit $v_1 = v_2 = v$ auf eine Wand zu (Bild). Die Stöße der Kugeln untereinander sowie mit der Wand werden als vollkommen elastisch, gerade und zentral betrachtet.



Bild

- 1 Begründen Sie, dass beide Stoßpartner beim Zusammenstoß betragsmäßig dieselbe Impulsänderung erfahren. 2
- 2 Weisen Sie nach, dass der gerade, vollkommen elastische Stoß einer Kugel mit der Masse m_1 gegen eine ruhende, sehr schwere Wand der Masse $m_2 \gg m_1$ zu einer Geschwindigkeitsumkehr der Kugel führt. 3
- 3 Nun wird ein elastischer Stoß zweier Kugeln betrachtet, für die gilt: $m_2 = \frac{1}{3} m_1$. Zeigen Sie, dass für diesen Fall gilt: 2

$$u_2 = \frac{3}{2} v_1 - \frac{1}{2} v_2$$
- 4 Die zwei Kugeln bewegen sich nun mit derselben Geschwindigkeit $v = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ auf die Wand zu. Es gilt: $m_2 = \frac{1}{3} m_1$. Berechnen Sie für die zweite Kugel die Geschwindigkeit u_2 nach dem Zusammenstoß mit der ersten Kugel. 4
- 5 Wieder bewegen sich die zwei Kugeln mit derselben Geschwindigkeit $v = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ auf die Wand zu. Das Massenverhältnis λ der beiden Kugeln ist nun beliebig und es gilt: 4

$$m_2 = \lambda \cdot m_1 \quad (\lambda \in \mathbb{R}, \lambda > 0)$$

Untersuchen Sie, ob ein Massenverhältnis existiert, so dass die zweite Kugel nach dem ersten Zusammenstoß mit der ersten Kugel ruht.

Thema V 2: Der Millikan-Versuch (Themaufgabe)

BE

15

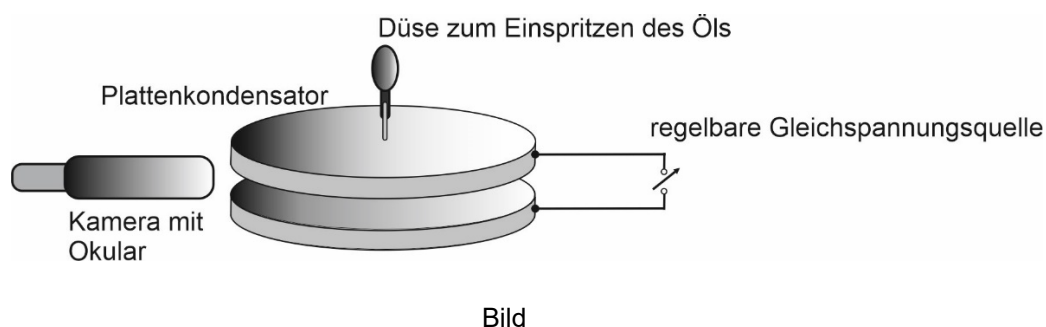
Jedes Elektron trägt eine definierte Ladungsmenge, die Elementarladung.

Die Ladung eines Ions lässt sich beispielsweise auf chemischem Wege im elektrolytischen Versuch ermitteln. Ob es sich dabei allerdings um einen Mittelwert von Ionenladungen oder um tatsächliche Ladungsmengen handelt, kann nicht entschieden werden. Dazu bedarf es physikalischer Verfahren wie den Versuch von Robert Andrews Millikan, für den er 1923 den Nobelpreis erhielt.

Stellen Sie in einer sprachlich geschlossenen und zusammenhängenden Form die Durchführung und Auswertung des Millikan-Versuches dar.

Gehen Sie dabei insbesondere auf folgende Schwerpunkte sowie das Bild ein:

- Kräfte auf (elektrisch geladene) Teilchen im elektrischen Feld,
- Möglichkeit zur Bereitstellung elektrisch geladener Öltröpfchen,
- Aufbau des Millikan-Versuches,
- Durchführung des Versuches mit Betrachtung der wirkenden Kräfte auf ein schwebendes Öltröpfchen (Schwebemethode),
- Auswertung des Versuches als statistisches Verfahren.



Thema V 3: Photozellen mit verschiedenen Kathodenmaterialien

BE

Bei der Bestrahlung von Photozellen kann man die Frequenz f_G ermitteln, bei der der Photoeffekt einsetzt.

- 1 Die Ergebnisse von Experimenten zum Photoeffekt kann man z. B. mit der sogenannten Einstein-Gerade darstellen.

3

Beschreiben Sie das Vorgehen zur Bestimmung der Grenzfrequenz f_G , des Planck'schen Wirkungsquantums h sowie der Austrittsarbeit W_A des verwendeten Kathodenmaterials aus der Einstein-Geraden.

Die folgende Tabelle enthält die Ergebnisse von Versuchen zum Photoeffekt mit verschiedenen Kathodenmaterialien, wobei die jeweils größten Wellenlängen λ_G ermittelt wurden, bei denen der Photoeffekt gerade noch auftrat.

Material	Rubidium	Zink	Kupfer	Platin
λ_G in nm	582	286	256	219
W_A in eV	2,13	4,34	4,84	5,66

- 2 Begründen Sie, dass für jedes Material genau eine größte Wellenlänge λ_G existiert, bei der der Photoeffekt gerade noch auftritt.

3

- 3 Stellen Sie die Versuchsergebnisse in einem $\lambda_G \left(\frac{1}{W_A} \right)$ -Diagramm dar.

4

Geben Sie dazu für jedes Material die Werte für $\frac{1}{W_A}$ in $\frac{1}{J}$ an.

- 4 Beschreiben Sie ein mögliches Verfahren zur Ermittlung des Planck'schen Wirkungsquantums mithilfe des Diagramms aus Aufgabe 3.

3

- 5 Im Versuch wurde weiterhin bei Verwendung einer Natrium-Kathode die Wellenlänge $\lambda_G = 549$ nm ermittelt.

2

Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms aus Aufgabe 3 die Austrittsarbeit W_A von Natrium.