

# Mecklenburg-Vorpommern



**Zentralabitur 2006**

**Physik**

***Leistungskurs***

**Aufgaben**

## Hinweise für die Schülerinnen und Schüler / Hilfsmittel

### Aufgabenauswahl

- Die Prüfungsarbeit besteht aus einem Pflichtteil und einem Wahlteil.
- Die Pflichtaufgabe P ist vollständig zu bearbeiten.
- Weiterhin sind zwei Wahlaufgaben vollständig zu bearbeiten. Das betrifft von den Wahlaufgaben A entweder die Aufgabe A1 oder A2 **und** von den Wahlaufgaben B entweder die Aufgabe B1 oder B2.

### Bearbeitungszeit

- Die Arbeitszeit beträgt 300 min. Zur Wahl der Aufgaben wird eine Einlesezeit von 30 min zusätzlich gewährt.

### Hilfsmittel

- Experimentiergeräte gemäß Aufgabenstellung
- das für die Abiturprüfung an der Schule zugelassene Tafelwerk
- ein für die Abiturprüfung an der Schule zugelassener Taschenrechner
- Zeichengeräte
- ein Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung

### Sonstiges

- Die Lösungen sind in einer sprachlich einwandfreien und mathematisch exakten Form darzustellen.
- Alle Lösungswege müssen erkennbar sein.
- Grafische Darstellungen sind auf Millimeterpapier anzufertigen.
- Entwürfe können ergänzend zur Bewertung nur herangezogen werden, wenn sie zusammenhängend konzipiert sind und die Reinschrift etwa drei Viertel des erkennbar angestrebten Gesamtumfangs umfasst.

**Pflichtaufgabe****30 BE****1 Kernphysik****(7 BE)**

Das Kohlenstoffisotop C-14 wird dazu genutzt, um archäologisch junge organische Materialien zu datieren.

1.1 Das Kohlenstoffisotop C-14 entsteht in der Atmosphäre aus dem Stickstoff der Luft durch Beschuss mit Neutronen, die ein Teil der Höhenstrahlung sind. Geben Sie die Reaktionsgleichung an.

1.2 Bei einem Knochenfund wurde festgestellt, dass der C-14-Anteil nur noch 12,5% des heutigen beträgt. Auf welches Alter des Knochenfundes kann man daraus schließen?

Bei anderen organischen Substanzen aus einem Grab misst man für eine Probe von  $m = 1,0 \text{ g}$  unter Abzug des Nulleffekts noch eine C-14-Aktivität von  $7,5 \text{ min}^{-1}$ . Für eine Vergleichsprobe der gleichen organischen Substanz aus der heutigen Zeit wird unter Abzug des Nulleffekts die Aktivität  $12,9 \text{ min}^{-1}$  gemessen.

Welches Alter lässt sich der Probe zuordnen?

**2 Mechanik****(13 BE)**

Das Bogenschießen ist eine der ältesten Sportarten überhaupt.

Die nachfolgende Tabelle enthält die Kraftverläufe beim Spannen eines Bogens in Abhängigkeit von der Verschiebung des Sehnenmittelpunktes bei einem konventionellen Bogen (Bogen 1) und einem modernen Verbundbogen (Bogen 2).

	s in cm	0	4	8	12	16	20	24	28	32
Bogen 1	F in N	0	17	34	51	68	84	101	118	135
Bogen 2	F in N	0	26	53	79	105	139	120	111	105

2.1 Beschreiben Sie die Energieumwandlungen und -übertragungen vom Spannen eines Bogens bis zum Auftreffen des Pfeils auf das anvisierte Ziel.

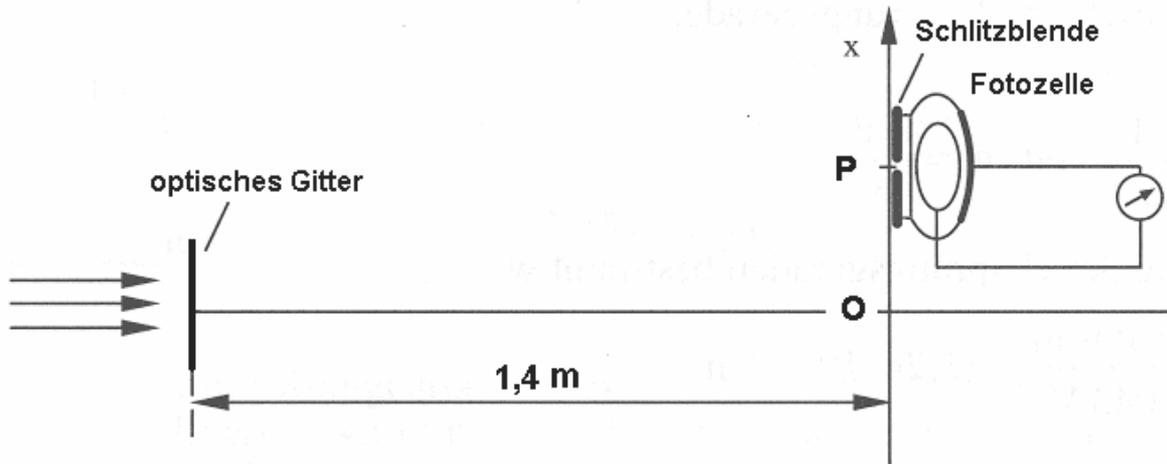
2.2 Zeichnen Sie für jeden Bogen ein  $F(s)$ -Diagramm. Ermitteln Sie für jeden Bogen näherungsweise die beim Spannen des Bogens bis  $s = 32 \text{ cm}$  verrichtete Arbeit.

2.3 Entscheiden Sie, welcher der Bögen dem Pfeil eine größere Abschussgeschwindigkeit erteilt. Begründen Sie ihre Entscheidung.

2.4 Der Bogen 2 wird bis  $s = 32 \text{ cm}$  gespannt. Welche maximale Höhe könnte ein Pfeil der Masse  $m = 17 \text{ g}$  erreichen, wenn er senkrecht nach oben abgeschossen wird?

**3 Eigenschaften des Lichts****(10 BE)**

Ein Laserlichtbündel der Wellenlänge  $\lambda = 630 \text{ nm}$  trifft auf ein optisches Gitter. Hinter dem Gitter befindet sich in  $1,4 \text{ m}$  Entfernung eine Fotozelle, die auf einer Schiene in  $x$ -Richtung bewegt werden kann. Für die Messung des Fotostroms ist die Fotozelle an ein empfindliches Messgerät angeschlossen.



Befindet sich die Fotozelle im Punkt O, so fließt ein Fotostrom. Bewegt man die Fotozelle in  $x$ -Richtung, so geht der Strom schnell auf null zurück. Im Punkt P ( $\overline{OP} = 8,5 \text{ cm}$ ) fließt erstmals wieder ein Fotostrom.

- 3.1 Erklären Sie diese Erscheinung.
- 3.2 Begründen Sie, warum bei diesem Experiment Barium nicht als Katodenmaterial für die Fotozelle geeignet ist.
- 3.3 Berechnen Sie die Gitterkonstante des optischen Gitters.
- 3.4 An Stelle des Laserlichts wird das Lichtbündel einer Quecksilberdampfampe auf das optische Gitter gerichtet. Hinter dem Gitter ist in  $1,4 \text{ m}$  Entfernung ein Schirm aufgestellt. Erläutern Sie kurz die zu erwartende Beobachtung.

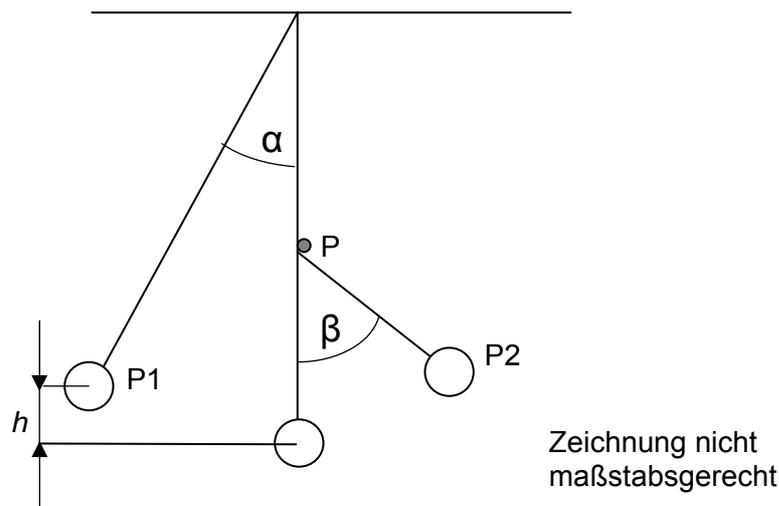
**Wahlaufgabe A****je 15 BE**

Es ist eine der Aufgaben A1 oder A2 zu bearbeiten.

**Aufgabe A1 Schülerexperiment - GALILEI-Hemmungspendel**

- 1 Die Periodendauer eines so genannten GALILEI-Hemmungspendels (siehe nachfolgende Abbildung) soll auf zwei verschiedenen Wegen, d.h. experimentell und theoretisch, bestimmt werden.

Im durchzuführenden Experiment beträgt die Pendellänge  $l = 1,00$  m. Ein Stift P, der die Bewegung des Pendels hemmt, befindet sich im Abstand  $d = 0,30$  m von der Aufhängung. Der Pendelkörper hat eine Masse von  $m = 50$  g.

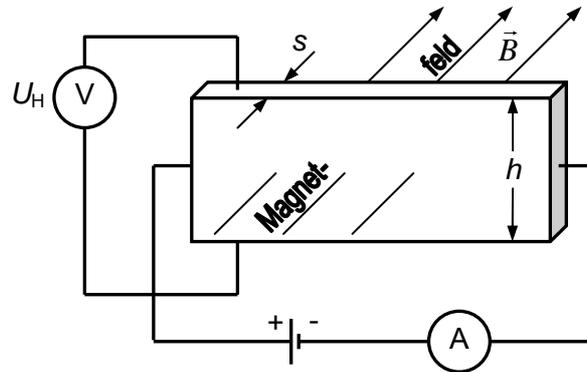


- 1.1 Bauen Sie die Experimentieranordnung auf. Bestimmen Sie die Periodendauer  $T_{\text{exp}}$ . Sichern Sie durch Ihr Vorgehen eine möglichst große Genauigkeit bei der Bestimmung des Messwertes. Der Auslenkwinkel sei  $\alpha \leq 10^\circ$ . Protokollieren Sie Ihre Messungen.
- 1.2 Berechnen Sie die Periodendauer  $T_{\text{theo}}$  aus den Abmessungen des GALILEI-Hemmungspendels.
- 1.3 Vergleichen Sie die Ergebnisse der ersten beiden Teilaufgaben. Kommentieren Sie das Ergebnis Ihres Vergleichs.
- 2 In einem anderen Versuchsaufbau beträgt die Pendellänge  $1,80$  m. Der Körper hat eine Masse von  $800$  g und der Stift ist  $0,40$  m von der Aufhängung entfernt. Welchen maximalen Winkel  $\beta$  erreicht das Pendel beim Schwingen im rechten Umkehrpunkt P2, wenn der Pendelkörper in P1 um  $h = 9,0$  cm angehoben wurde? Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit des Pendelkörpers?

### Aufgabe A2 HALL-Effekt

In elektrisch leitfähigen Stoffen tritt der HALL-Effekt auf, dessen Untersuchung u.a. Aussagen über elektrische Eigenschaften des Leiters zulässt.

- 1 Durch ein metallisches Wismut<sup>1</sup>-Plättchen, das sich vollständig im homogenen Magnetfeld der magnetischen Flussdichte  $\vec{B}$  befindet, fließt ein Strom in Richtung der Längsachse des Plättchens (siehe Abbildung).



- 1.1 Erklären Sie das Auftreten der HALL-Spannung  $U_H$  und geben Sie die Polung der HALL-Spannung an.

- 1.2 Unter welcher Bedingung stellt sich eine konstante HALL-Spannung ein?

Leiten Sie daraus für die Geschwindigkeit der Elektronen die Gleichung  $v = \frac{U_H}{B \cdot h}$  her.

- 2 Die HALL-Spannung  $U_H$  für feste Körper wird durch die Gleichung  $U_H = R_H \cdot \frac{I \cdot B}{s}$  mit der HALL-Konstanten  $R_H = \frac{V}{N \cdot e}$  beschrieben.

$I$  .... Stromstärke  
 $B$  .... magnetische Flussdichte  
 $V$  .... Volumen des Plättchens  
 $N$  .... Anzahl der Ladungsträger im Plättchen  
 $e$  .... Elementarladung

In einem Experiment hat das Wismut-Plättchen die Abmessungen  $s = 1,0 \text{ mm}$  und  $h = 2,5 \text{ cm}$ . Die Stromstärke beträgt  $4,0 \text{ A}$ .

Es wird die HALL-Spannung in Abhängigkeit von der magnetischen Flussdichte untersucht, wobei sich die folgenden Messwerte ergeben.

$B$ in mT	0	5,1	10,6	15,3	19,9	25,5	29,6	35,1	40,0
$U_H$ in $\mu\text{V}$	0	11	21	29	42	51	61	70	79

Bestimmen Sie aus den Messwerten die HALL-Konstante für das Wismut-Plättchen möglichst genau. Berechnen Sie die Ladungsdichte für das Wismut-Plättchen.

- 3 Erläutern Sie, wie man mit Hilfe der in Aufgabe 1 dargestellten Anordnung die magnetische Flussdichte eines magnetischen Feldes bestimmen kann.

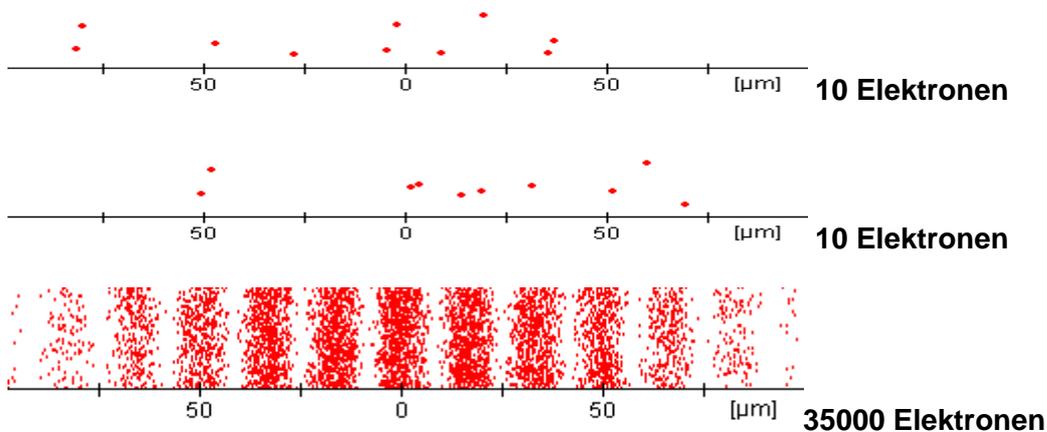
<sup>1</sup> Element - Bezeichnung auch **Bismut**

**Wahlaufgabe B** **(je 15 BE)**  
 Es ist eine der Aufgaben B1 oder B2 zu bearbeiten.

**Aufgabe B1 Experimente mit Elektronen am Spalt**

In einer Computersimulation werden Elektronen einzeln auf einen Spalt „geschossen“ und anschließend auf einem Schirm hinter dem Spalt registriert. Dabei ergibt sich in Abhängigkeit von der Art des Spaltes und der Anzahl der Schüsse im Laufe der Zeit auf dem Schirm ein charakteristisches Bild.

- 1 Im Experiment 1 wird ein Doppelspalt verwendet. Die 1. Simulation wird mit 10 Elektronen durchgeführt und anschließend noch einmal wiederholt. Bei einer weiteren Simulation werden 35 000 Elektronen verwendet.

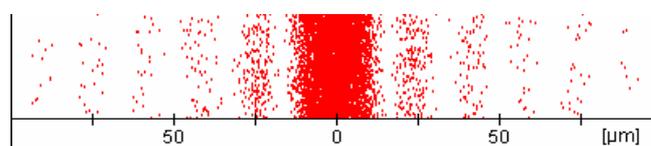


Interpretieren Sie diese Bilder mit dem Blick auf die Eigenschaften der Elektronen als Quantenobjekte.

- 2 Leiten Sie die Gleichung  $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot e \cdot U \cdot m_e}}$  für die DE – BROGLIE - Wellenlänge der Elektronen her.

$h$ .....PLANCKsches Wirkungsquantum
$e$ .....Elementarladung
$m_e$ ....Masse des Elektrons
$U$ .....Beschleunigungsspannung

- 3 Welchen Abstand haben die Spaltmitten des Doppelspalts zueinander, wenn bei diesem Experiment der Schirm 3,00 m vom Doppelspalt entfernt ist und die Beschleunigungsspannung  $U = 100$  kV beträgt?
- 4 Im Experiment 2 wird der Doppelspalt in der beschriebenen Anordnung durch einen 700 nm breiten Einfachspalt ersetzt. Bei sonst unveränderten Bedingungen ergibt sich auf dem Schirm das folgende Bild.



Beschreiben Sie die Veränderung im Bild, wenn die Breite des Einfachspalts verringert wird. Begründen Sie.

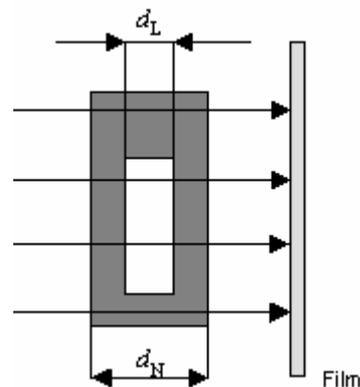
## Aufgabe B2 Röntgenstrahlung

- 1 Erklären Sie kurz die Entstehung der Röntgenbremsstrahlung.
- 2 Eine Röntgenröhre wird mit der Beschleunigungsspannung 35 kV betrieben. Berechnen Sie die kürzeste Wellenlänge der dabei entstehenden Strahlung.
- 3 Bei der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung werden Schweißnähte mit Röntgenstrahlung „durchleuchtet“, um eventuelle Lufteinschlüsse in der Naht zu finden. Für die Röntgenintensität  $I_N$  nach der Durchstrahlung eines Körpers der Dicke  $d_N$  gilt

$$I_N = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d_N}.$$

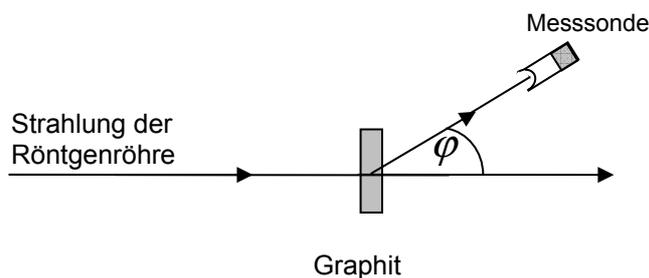
Die Skizze zeigt das Modell einer Schweißnaht der Dicke  $d_N = 7,0$  mm. Der Absorptionskoeffizient des durchstrahlten Stahls beträgt  $\mu = 1,5 \cdot 10^3 \text{ m}^{-1}$ .

Auf dem benutzten Röntgenfilm ist ein Lufteinschluss als dunklere Stelle erkennbar, falls die entsprechende Intensität der Röntgenstrahlung um mindestens 10 % höher ist als in der Umgebung. Berechnen Sie die Mindestdicke  $d_L$ , die ein Lufteinschluss haben muss, um auf dem Film erkennbar zu sein.



- 4 Röntgenstrahlung der Wellenlänge  $\lambda = 36$  pm trifft auf einen Graphitkristall. Mit einer Messsonde wird die Wellenlänge der Streustrahlung bei verschiedenen Winkeln  $\varphi$  gemessen.

- 4.1 Welche Beobachtung ist an der Messsonde zu erwarten?



- 4.2 Geben Sie eine Erklärung mit einem geeigneten Modell.