

# **Abitur 2008**

## **Mecklenburg-Vorpommern**

# **Beispielarbeit**

# **PHYSIK**



**Hinweis:**

**Diese Beispielarbeit ist öffentlich und daher nicht als Klausur verwendbar.**

## Hinweise für die Schülerinnen und Schüler

- Aufgabenwahl:** Die vorliegende Arbeit besteht aus den Teilen A und B.
- Teil A** wird von allen Prüfungsteilnehmern bearbeitet. Hier besteht die Wahlmöglichkeit zwischen entweder Aufgabe A3.1 **oder** A3.2.
- Teil B** wird zusätzlich nur von Prüfungsteilnehmern unter Leistungskursanforderungen bearbeitet. Hier ist die Wahlmöglichkeit entweder B1 **oder** B2.
- Bearbeitungszeit:** Die Bearbeitungszeit beträgt 240 Minuten für Teil A und insgesamt 300 Minuten für A + B. Zusätzlich werden allen Schülern 30 Minuten für die Wahl der Aufgaben gewährt.
- Hilfsmittel:** ein an der Schule zugelassenes Tafelwerk  
ein an der Schule zugelassener Taschenrechner  
ein Nachschlagewerk zur Neuregelung der deutschen Rechtschreibung
- Sonstiges:** Alle Prüfungsunterlagen sind geschlossen zurückzugeben.  
Entwürfe zur Reinschrift können ergänzend zur Bewertung nur herangezogen werden, wenn sie zusammenhängend konzipiert sind und die Reinschrift etwa  $\frac{3}{4}$  des erkennbar angestrebten Gesamtumfangs umfasst.

## Teil A

### A1 Bewegung von Körpern

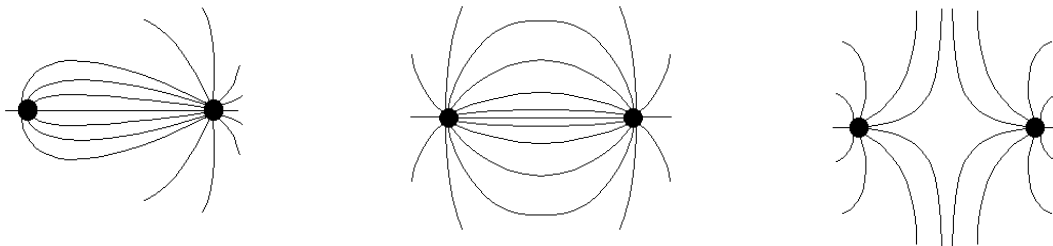
1. In einem Gedankenexperiment trägt der Gleiter einer Luftkissenbahn isoliert eine leichte metallische Hohlkugel (Durchmesser  $d_1 = 0,045$  m) mit einer elektrischen Ladung  $Q_1 = -200$  nC. Der Gleiter hat insgesamt die Masse  $m = 100$  g und ist auf der waagrecht justierten Bahn reibungsfrei verschiebbar. Am Ende der Bahn steht ein Bandgenerator, dessen große Metallkugel ( $d_2 = 0,21$  m) die elektrische Ladung  $Q_2 = +2000$  nC besitzt. Die Mittelpunkte der Kugeln liegen auf einer waagerechten Geraden.

- 1.1 Skizzieren Sie diese Versuchsanordnung.

**Nehmen Sie für alle weiteren Betrachtungen die Körper als Massenpunkte und die Ladungen als punktförmig an.**

- 1.2 In einer Computersimulation kann ein elektrisches Feldlinienbild der beiden Kugeln bei einem festen Abstand in der waagerechten Ebene durch die Kugelmitten erzeugt werden.

Welche der drei Abbildungen entspricht der Aufgabenstellung am ehesten? Begründen Sie Ihre Entscheidung.



1	2	3
---	---	---

- 1.3 Berechnen Sie die elektrostatische Kraft  $F_{el}$  zwischen den beiden Ladungen, wenn diese sich zunächst im festen Abstand  $r = 1,25$  m befinden.
- 1.4 Stellen Sie die Veränderung der elektrostatischen Kraft  $F_{el}$  in Abhängigkeit vom Abstand  $r$  der beiden Kugelmitten im Bereich  $0,25$  m  $\leq r \leq 1,25$  m grafisch dar. Berechnen Sie dazu für vier weitere Orte die jeweils wirkende Kraft.
- 1.5 Beschreiben Sie die Bewegung des Gleiters, wenn dieser sich aus der Ruhelage bei  $r = 1,25$  m reibungsfrei bewegen kann. Begründen Sie Ihre Aussagen über die Geschwindigkeit und die Beschleunigung.
- 1.6 Bestimmen Sie aus der grafischen Darstellung oder numerisch einen Näherungswert für die Beschleunigungsarbeit, die im elektrischen Feld während der Bewegung im Intervall von  $1,25$  m  $\geq r \geq 0,25$  m am Gleiter verrichtet wird.

Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Gleiters bei  $r = 0,25$  m.

**A2                    Elektromagnetische Wellen und der äußere lichtelektrische Effekt**

1. Die Nachrichtenübertragung mittels HERTZscher Wellen nutzt die Reflexion von Wellen in vielfältiger Weise.  
Erläutern Sie eine Anwendung.
2. Beschreiben Sie die Vorgänge und die Energieumwandlungen in einem geschlossenen Schwingkreis, dem einmalig durch Aufladen des Kondensators Energie zugeführt wurde, für eine halbe Periodendauer.
3. Eine Zinkplatte wird in einem Experiment zunächst mit ultraviolettem Licht und anschließend mit infrarotem Licht bestrahlt. Durch eine geeignete Messung wird im ersten Fall festgestellt, dass aus der Zinkplatte Elektronen herausgelöst werden, während im zweiten Fall kein Austritt von Elektronen zu beobachten ist.

Erklären Sie die im Experiment festgestellten Beobachtungen.

4. In einem Experiment wird eine Vakuumfotозelle mit Licht verschiedener Frequenzen bestrahlt und die jeweilige maximale kinetische Energie der Fotoelektronen gemessen.

Frequenz $f$ in $10^{14}$ Hz	7,41	5,49
Energie $E_{\text{kin}}$ in eV	1,02	0,28

Zeichnen Sie das  $E_{\text{kin}}(f)$  – Diagramm (EINSTEIN-Gerade) und ermitteln Sie daraus einen Wert für das PLANCKsche Wirkungsquantum.

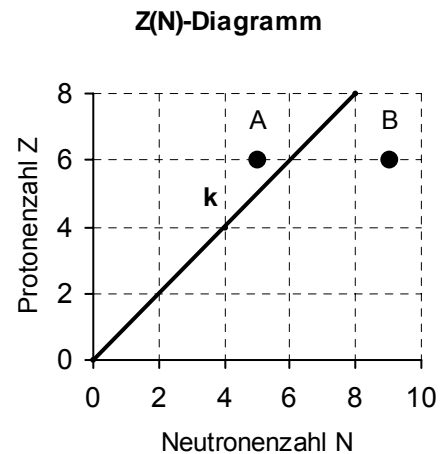
Bestimmen Sie die Austrittsarbeit und geben Sie ein mögliches Kathodenmetall an.

**A3 Wahlaufgabe**

Es ist entweder die Aufgabe A3.1 oder A3.2 zu bearbeiten.

**A3.1 Natürliche Radioaktivität**

Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt einer Nuklidkarte. Die Linie k wird im Bereich leichter Kerne als Stabilitätslinie bezeichnet. Atomkerne auf oder dicht neben dieser Linie sind stabil.



1 Erläutern Sie kurz die Eigenschaften der Atomkerne, die außerhalb der Stabilitätslinie liegen.

2 Bei den im Diagramm gekennzeichneten Atomkernen A und B handelt es sich um isotope Kerne.

2.1 Nennen Sie die Merkmale solcher isotoper Atomkerne.

2.2 Identifizieren Sie die Kerne A und B und geben Sie diese in einer üblichen Symbolschreibweise der Kernphysik an.

2.3 Einer der Kerne ist ein  $\beta^-$ - und der andere ein  $\beta^+$ -Strahler. Geben Sie den  $\beta^-$ -Strahler an und begründen Sie Ihre Entscheidung.

3 Lebende Organismen weisen stoffwechselbedingt eine Mischung von stabilen C-12- und radioaktiven C-14-Kernen in einem konstanten Verhältnis auf. Die Aktivität pro Gramm Kohlenstoff beträgt  $A_0 = 0,256 \text{ Bq}$ . Stirbt der Organismus, verändert sich das Verhältnis, da keine radioaktiven C-14-Kerne mehr aufgenommen werden. Die im Organismus vorhandenen radioaktiven C-14-Kerne zerfallen mit der Halbwertszeit  $T_{1/2} = 5736 \text{ a}$ . Entsprechend dem Zerfallsgesetz

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (\lambda \dots \text{Zerfallskonstante})$$

nimmt die Aktivität ab.

3.1 Zeigen Sie, dass für die nach dem Tod des Organismus verstrichene Zeit t gilt:

$$t = 8275 \text{ a} \cdot \ln\left(\frac{0,256 \text{ Bq}}{A(t)}\right)$$

3.2 Bei Untersuchungen von Holzproben des Totenschiffes von Pharao Sesostri III konnten Archäologen mit der C-14-Methode noch eine Aktivität von  $A = 0,164 \text{ Bq}$  pro Gramm Kohlenstoff messen. Berechnen Sie daraus das Alter dieser Holzproben.

**A3.2 Wellenoptik**

- 1 Einfarbiges Licht fällt auf einen Doppelspalt mit einem Spaltabstand von 0,50 mm. 5,5 m hinter dem Doppelspalt entstehen auf einem Bildschirm Interferenzstreifen für die Maxima. Der Abstand zwischen den beiden Maxima 1. Ordnung beträgt 14 mm.
  - 1.1 Erklären Sie anhand einer Skizze das Zustandekommen der Interferenzstreifen 0. und 1. Ordnung.
  - 1.2 Berechnen Sie die Wellenlänge des verwendeten einfarbigen Lichts.
  
- 2 Das Interferenzexperiment aus Aufgabe 1 wird unter sonst gleichen Bedingungen mit weißem Licht durchgeführt. Welche Veränderungen sind für die Maxima 0. und 1. Ordnung zu erwarten? Begründen Sie.
  
- 3 Bestrahlt man zwei Körper mit weißem Licht, so erscheint der erste weiß und der zweite blau. Beide werden nun mit rotem Licht bestrahlt. Wie erscheinen jetzt die Körper? Begründen Sie.

**Teil B**

**Bearbeiten Sie bitte B1 oder B2!**

**B1 Elemente der Quantentheorie**

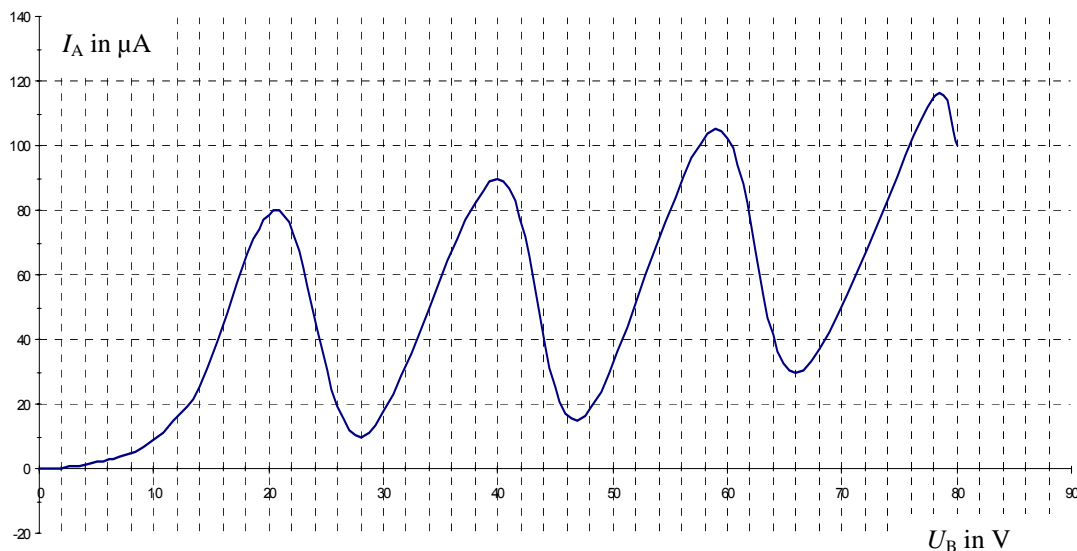
1. Photonen kann über die Beziehung  $m = \frac{h \cdot f}{c^2}$  eine Masse zugeordnet werden.
  - a) Leiten Sie diese Beziehung her.
  - b) Photonen besitzen keine Ruhemasse. In der angegebenen Gleichung wird den Photonen jedoch eine Masse zugeordnet. Äußern Sie sich kurz zu diesem scheinbaren Widerspruch.
2. Aus einer fiktiven Laserpistole der Masse  $m = 1000$  g wird innerhalb sehr kurzer Zeit ein Laserblitz der Gesamtenergie  $E = 100$  J abgefeuert. Die Wellenlänge der Laserstrahlung beträgt  $\lambda = 638$  nm.
  - a) Erklären Sie den Rückstoß der Pistole beim Aussenden des Laserblitzes.
  - b) Berechnen Sie die Anzahl der emittierten Photonen.
3. Die HEISENBERGSche Unschärferelation beschreibt Besonderheiten des Verhaltens von Mikroobjekten.
  - a) Die HEISENBERGSche Unschärferelation lässt sich in der Form  $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4 \cdot \pi}$  schreiben. Interpretieren Sie diese Gleichung.
  - b) Ein Größenpaar Energie-Zeit besitzt ebenfalls die Dimension einer Wirkung. Die HEISENBERGSche Unschärferelation besitzt für dieses Größenpaar die Form  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4 \cdot \pi}$ . Entwickeln Sie davon ausgehend für ein Größenpaar Frequenz-Zeit die Unschärferelation  $\Delta f \cdot \Delta t \geq \frac{1}{4 \cdot \pi}$ .
  - c) Die Leuchtdauer emittierender Atome beträgt etwa  $10^{-8}$  s. Eine Spektrallinie kann deshalb auch nicht scharf sein, da die zeitliche Unschärfe  $10^{-8}$  s beträgt. Berechnen Sie die Unschärfe  $\Delta f$ , mit der die Frequenz prinzipiell behaftet ist. Entscheiden Sie durch eine Berechnung des relativen Fehlers, ob sich die berechnete Unschärfe bei der Wellenlängenmessung der  $H_{\alpha}$ -Linie ( $\lambda = 656$  nm) von Wasserstoff bemerkbar macht.

## B2 Das FRANCK-HERTZ-Experiment

1. In einer FRANCK-HERTZ-Röhre befindet sich das Edelgas Neon. Die Beschleunigungsspannung wird im Bereich von  $0 \text{ V} \leq U_B \leq 80 \text{ V}$  verändert. Zwischen der Gitterelektrode und der Anode liegt eine geeignete Gegenspannung an. Der Auffangstrom  $I_A$  wird gemessen.

Ab einer Beschleunigungsspannung  $U_B$  von ca. 20 V zeigt sich nahe dem Gitter eine rote Leuchterscheinung. Mit höherer Spannung  $U_B$  verlagert sich der leuchtende Bereich in Richtung Katode. Ab 40 V entsteht am Gitter ein zweiter leuchtender Bereich, der bei weiterer Erhöhung der Spannung  $U_B$  ebenfalls in Richtung der Katode wandert.

- a) Interpretieren Sie die in der nachfolgenden Abbildung dargestellte FRANCK-HERTZ-Kurve für Neon.



- b) Begründen Sie, warum das Ergebnis des FRANCK-HERTZ-Experiments die Vorstellung von der Existenz diskreter Energiezustände in der Elektronenhülle stützt.
- c) Berechnen Sie unter Verwendung des Diagramms die Frequenz, die sich beim direkten Übergang des Ne-Atoms aus dem angeregten Zustand in den Grundzustand ergeben würde. Interpretieren Sie diesen Wert im Hinblick auf die Beobachtungsergebnisse.
2. Im nachfolgenden Gedankenexperiment soll die NEWTONSche Mechanik formal auf Vorgänge im atomaren Bereich angewendet werden. Elektronen mit einer mittleren kinetischen Energie von 15 eV treffen bei einem Elektronenstoßversuch mit Neonatomen, die als ruhend angenommen werden, zusammen. Gehen Sie von einem idealen zentralen elastischen Stoß aus.
- a) Berechnen Sie die mittlere Geschwindigkeit der Elektronen vor dem Zusammenstoß mit einem Neonatom.
- b) Welche Veränderung der Geschwindigkeit des Elektrons ist nach dem Stoß zu erwarten? Begründen Sie Ihre Aussage.