



**SACHSEN-ANHALT**

Kultusministerium

## **SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2005**

### **PHYSIK (Grundkursniveau)**

Einlesezeit: 30 Minuten  
Bearbeitungszeit: 210 Minuten

---

Aus jedem Themenblock ist ein Thema auszuwählen und anzukreuzen.

Gewählte Themen:

#### Themenblock Grundlagen

---

Thema G1	Impulserhaltung in der Mechanik und in der Quantenphysik	<input type="checkbox"/>
Thema G2	Untersuchungen von Bewegungen	<input type="checkbox"/>

#### Themenblock Vertiefungen

---

Thema V1	Induktionsvorgänge	<input type="checkbox"/>
Thema V2	Das Modell „ideales Gas“	<input type="checkbox"/>
Thema V3	Das Millikan-Experiment	<input type="checkbox"/>

Unterschrift des Prüflings:

## Thema G1: Impulserhaltung in der Mechanik und in der Quantenphysik

### 1 Stoßprozesse

Bei der Diskussion von Stoßprozessen in der Physik ist der Impuls als Erhaltungsgröße von fundamentaler Bedeutung.

- 1.1 Betrachtet werden gerade zentrale Stöße für ein Teilchen der Masse  $m_1$  und der Geschwindigkeit  $v_1$  mit einem ruhenden Teilchen der Masse  $m_2$  für die folgenden Bedingungen:

- (a)  $m_2 = 2 m_1$  und  
 (b)  $m_2 = 3,6 \cdot 10^5 m_1$ .

Vergleichen und kommentieren Sie für die genannten Bedingungen den Verlust an mechanischer Energie bei einem vollkommen unelastischen Stoß.

- 1.2 Ein bedeutsames Stoßexperiment zur Quantenphysik ist der Franck-Hertz-Versuch.

- 1.2.1 Beschreiben Sie die Durchführung des Franck-Hertz-Versuches. Nutzen Sie dazu die angegebene Schaltskizze (Bild 1).

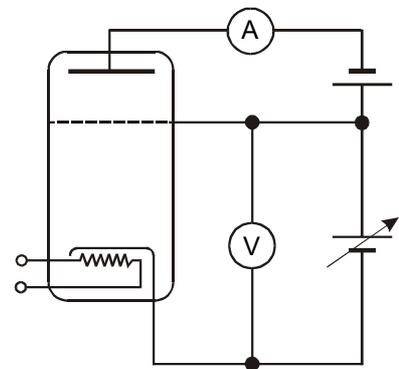


Bild 1

- 1.2.2 Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen Anodenstrom  $I_A$  und Beschleunigungsspannung  $U_B$  in einer mit Quecksilberdampf gefüllten Franck-Hertz-Röhre anhand des gegebenen Diagramms (Bild 2).

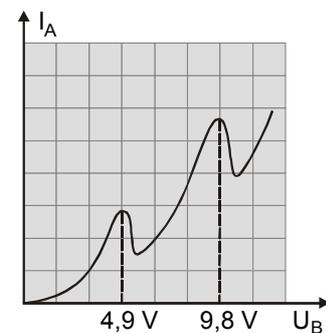


Bild 2

Begründen Sie den beginnenden Abfall des Anodenstromes bei einer Beschleunigungsspannung von  $U_B = 4,9$  V mittels eines Stoßprozesses.

### 2 Fotoeffekt

- 2.1 Hallwachs entdeckte 1887 den äußeren lichtelektrischen Effekt, der 1905 durch Einstein theoretisch erklärt wurde. Eine Zinkplatte, die mit einem Elektroskop verbunden ist, wird negativ aufgeladen und mit Licht verschiedener Frequenzen bestrahlt (Bild 3).

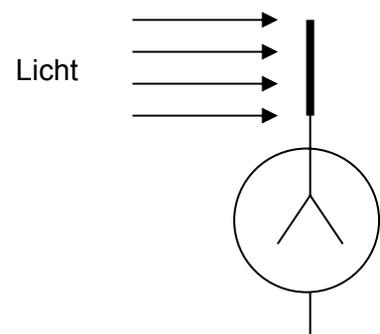


Bild 3

Beschreiben Sie die experimentellen Beobachtungen.

- 2.2 Bei einem Versuch an einer Fotozelle werden mit der Gegenfeldmethode folgende Messwerte ermittelt:

Frequenz $f$ des einfallenden Lichtes in $10^{14}$ Hz	5,19	5,49	6,10	6,88	7,41
Spannung $U$ in V (für $I_{\text{Foto}} = 0$ )	0,20	0,32	0,58	0,89	1,12

Zeichnen Sie die Einstein'sche Gerade in einem entsprechenden Diagramm.

Bestimmen Sie die Austrittsarbeit der Elektronen für die Fotokathode. Aus welchem Material könnte sie bestehen?

- 2.3 Beim Photoeffekt gilt neben dem Energieerhaltungssatz auch der Impulserhaltungssatz. Eine Fotokathode aus Cäsium wird mit Photonen der Energie  $E_{\text{Ph}} = 2,85$  eV bestrahlt. Bei diesem Vorgang werden Photoelektronen mit der maximalen kinetischen Energie  $E_{\text{kin}} = 0,91$  eV nachgewiesen.

Berechnen Sie den Betrag des Impulses eines einfallenden Photons und den eines mit maximaler kinetischer Energie  $E_{\text{kin}} = 0,91$  eV emittierten Elektrons.

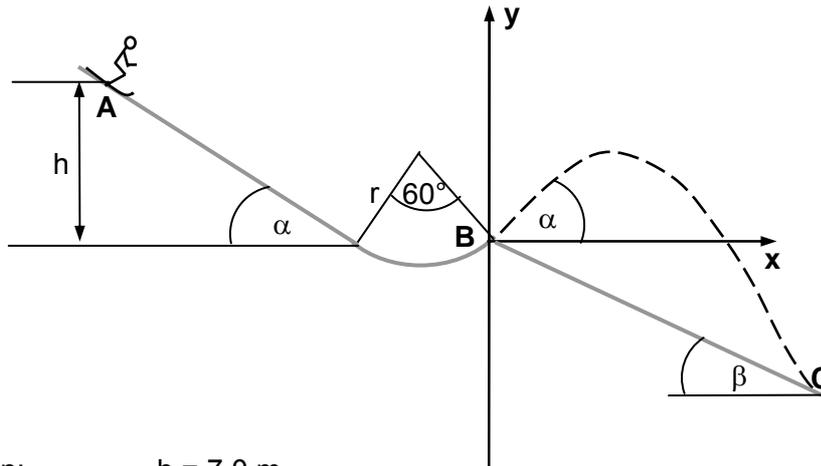
Vergleichen Sie die beiden Impulsbeträge und begründen Sie daraus, dass das Elektron vor dem Stoß gebunden war.

## Thema G2: Untersuchungen von Bewegungen

### 1 Zusammengesetzte Bewegungsabläufe

Ein Wintersportler fährt mit seinem Snowboard eine Bahn, die aus einer Geraden und einem Kreisbogen besteht, aus dem Stand vom Punkt A herunter, verlässt diese im Punkt B und landet im Punkt C (Bild 1).

Es kann für die nachfolgenden Rechnungen angenommen werden, dass die Gleitreibungskraft in jedem Punkt der Bahn zehn Prozent der Gewichtskraft beträgt. Der Luftwiderstand kann vernachlässigt werden.



Daten:  $h = 7,0 \text{ m}$   
 $r = 4,0 \text{ m}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $\beta = 20^\circ$

(Skizze nicht maßstäblich)

Bild 1

- 1.1 Zeigen Sie, dass der Sportler die Bahn im Punkt B mit der Geschwindigkeit  $v_B = 10,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  verlässt.
- 1.2 Bestimmen Sie die Koordinaten des Landepunktes C und berechnen Sie die Geschwindigkeit  $v_C$ , mit der der Sportler landet.

## 2 Waagerechter Wurf (Schülerexperiment)

In dieser Aufgabe ist ein Experiment durchzuführen und auszuwerten. Beantworten Sie dazu die Fragen zur Vorbetrachtung und führen Sie das Experiment durch. Die Auswertung sollte nach den angegebenen Vorgaben erfolgen. Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

### Auftrag:

Ermitteln Sie den Zusammenhang zwischen der Starthöhe  $h$  und der Wurfweite  $x$  einer Kugel.

### Vorbetrachtungen:

Eine Kugel rollt aus der Höhe  $h$  eine geneigte Ebene herab. Dabei wird die potenzielle Energie in kinetische Energie und Rotationsenergie umgesetzt. Bei Beachtung der Rotationsenergie ergibt sich die Gleichung (1)  $v = \sqrt{\frac{10}{7} \cdot g \cdot h}$  für die Geschwindigkeit der Kugel am Ende der geneigten Ebene.

Zeigen Sie mit Gleichung (1) und der Gleichung für die Bahnkurve des waagerechten Wurfes, dass bei konstantem  $y$  gilt:  $x \sim \sqrt{h}$ .

### Ablauf des Experimentes:

- 1 Bauen Sie die Experimentieranordnung entsprechend der Skizze auf.
- 2 Messen Sie die Höhe  $h$ , aus der die Kugel abrollt.
- 3 Lassen Sie die Kugel auf der geneigten Ebene abrollen. Sie führt einen waagerechten Wurf aus. Wählen Sie eine Fallhöhe  $y$  und messen Sie die Wurfweiten  $x_i$  zu den gewählten Höhen  $h_i$  ( $i \geq 5$ ).

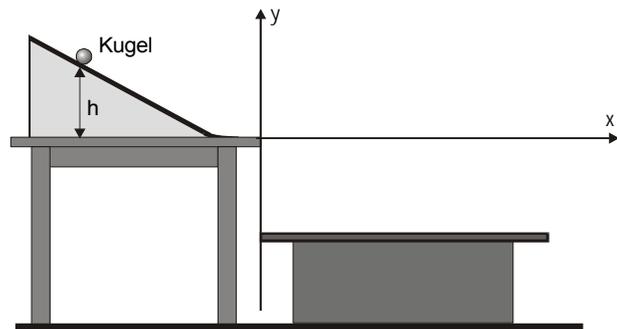


Bild 2

### Auswertung:

- 1 Zeichnen Sie ein  $x(h)$  – Diagramm für Ihre Messwerte.
- 2 Überprüfen Sie rechnerisch, ob die Messwerte der in der Vorbetrachtung hergeleiteten Proportionalität genügen.

**Thema V1: Induktionsvorgänge**

- 1 Im Inneren eines Helmholtzspulenpaares wird ein homogenes magnetisches Feld erzeugt (Bild 1). In diesem Feld befindet sich koaxial zu den felderzeugenden Spulen eine ebenfalls zylindrische Induktionsspule ohne Kern ( $A = 4,0 \text{ cm}^2$ ,  $N = 200$ ).

Bemerkung: Koaxial bedeutet, dass die Spulen eine gemeinsame Zylinderachse besitzen.

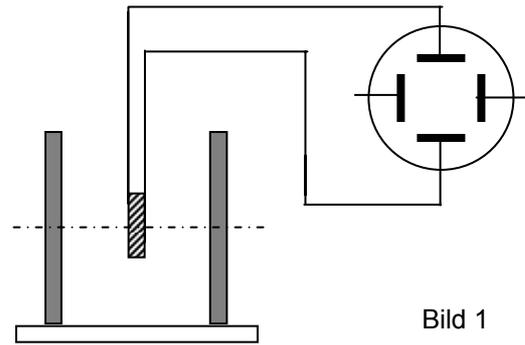


Bild 1

- 1.1 Die Flussdichte  $B$  wird entsprechend dem Diagramm (Bild 2) geändert.

Zeichnen Sie das  $U_{\text{ind}}(t)$ -Diagramm für die drei Phasen des Experimentes. Berechnen Sie die dazu notwendigen Induktionsspannungen.

- 1.2 Zeichnen Sie jeweils das  $U_{\text{ind}}(t)$ -Diagramm, wenn bei Wiederholungen des Experimentes gegenüber der Ausgangslage folgende Veränderungen vorgenommen werden:

- (I) die Induktionsspule hat einen Eisenkern mit der relativen Permeabilität von  $\mu_r = 3$ ,  
 (II) die Spulenachsen stehen senkrecht aufeinander.

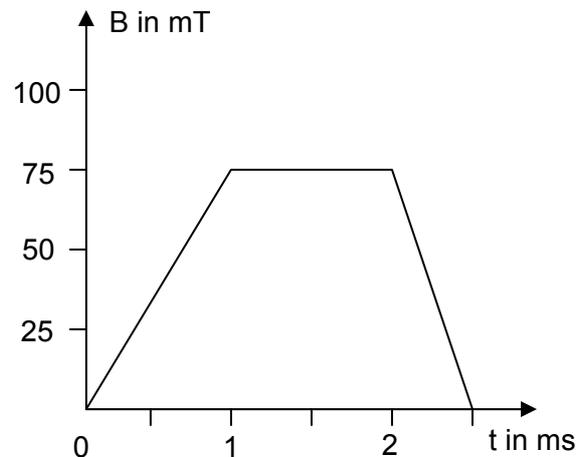


Bild 2

Begründen Sie die jeweiligen Veränderungen in den Diagrammen.

- 2 Ein waagerechter gerader Leiter der Länge  $\ell$  aus Aluminium fällt aus der Ruhe innerhalb eines homogenen Magnetfeldes. Dabei stehen das Feld, die Fallrichtung und die Längsachse des Leiters paarweise senkrecht aufeinander. Die Reibung und auftretende Wirbelströme werden vernachlässigt.

Daten:

$$\ell = 10 \text{ cm}$$

$$B = 1,5 \text{ mT}$$

$$s = 20 \text{ cm}$$

Berechnen Sie die Induktionsspannung unmittelbar nach Durchfallen der Strecke  $s$ .

**Thema V2: Das Modell „ideales Gas“ (Themaufgabe)**

Viele Vorgänge in der Thermodynamik können mit dem Modell „ideales Gas“ beschrieben und erklärt werden.

Erörtern Sie in einer sprachlich geschlossenen und zusammenhängenden Darstellung das Modell „ideales Gas“.

Zur Erörterung gehören u. a. folgende Schwerpunkte:

- Grundannahmen des Modells „ideales Gas“,
- Leistungen und Grenzen des Modells „ideales Gas“ bei der Beschreibung realer Gase und Prozesse,
- universelle Zustandsgleichung  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ ,
- Existenz eines absoluten Nullpunktes der Temperatur.

### Thema V3: Das Millikan-Experiment

Das Millikan-Experiment wird mit einem geeigneten Computerprogramm simuliert. Dieses ermöglicht, für verschieden große und unterschiedlich geladene Öltröpfchen die Steig- und die Fallgeschwindigkeiten zu ermitteln.

Als Grundlage der Simulation wird das Stokes'sche Gesetz für die Reibungskraft  $F = 6 \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$  verwendet. Der Auftrieb bleibt unberücksichtigt. Dadurch wird, verglichen mit dem Realexperiment, eine Idealisierung vorgenommen.

#### Durchführung:

Der Experimentator blickt durch ein Mikroskop (Bild 1) in den Raum zwischen die Platten des Plattenkondensators mit dem Plattenabstand  $d$ . An die Kondensatorplatten wird die Gleichspannung  $U$  angelegt.

#### Teilexperiment 1:

Nach dem Einbringen positiv geladener Öltröpfchen in diesen Raum wird ein Tröpfchen, das nach unten sinkt, vom Experimentator ausgewählt. Um die Fallgeschwindigkeit  $v_F$  berechnen zu können, muss die Zeit  $t_F$  gestoppt werden, in der das Tröpfchen eine bestimmte Strecke  $s$  (gemessen in Skalenteilen – SKT) durchfällt.

#### Teilexperiment 2:

Die Spannung  $U$  wird umgepolt. Für das nun steigende Öltröpfchen werden die Steigzeit  $t_S$  und die zurückgelegte Strecke  $s$  gemessen.

Die Messungen beider Teilexperimente werden mehrere Male wiederholt.

#### Messwerte und Ergebnisse:

Nr.	s in SKT	$t_F$ in s	$v_F$ in $10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$t_S$ in s	$v_S$ in $10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	U in V	$Q_n$ in $10^{-19} \text{ C}$
1	6	3,12	0,163	3,36	0,152	200	3,12
2	6	3,22	0,158	3,36	0,152	280	1,65
3	6	2,84	0,180	3,92	0,130	195	6,47
4	6	3,19	0,160	3,49	0,146	215	3,06
5	6	1,83	0,279	6,38	0,080	205	14,30
6	6	4,84	0,105	5,10	0,100	180	1,53
7	6	4,32	0,118	6,41	0,080	145	4,90
8	6	3,34	0,153	4,94	0,103	130	8,02
9	6	5,86		10,10		50	

weitere Daten:

Dichte des Öls:  $\rho = 900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$   
 Viskosität der Luft:  $\eta = 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ Ns} \cdot \text{m}^{-2}$   
 Plattenabstand:  $d = 5 \text{ mm}$   
 Mikroskop:  $1 \text{ SKT} \approx 0,085 \text{ mm}$

Mikroskopeinblick:

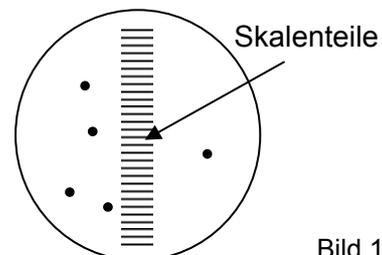


Bild 1

**Aufgaben:**

1 Skizzieren Sie die Versuchsanordnung zur Spannungseinstellung und Spannungsmessung am Kondensator für das Telexperiment 1 für positiv geladene Öltröpfchen.

2 Die Öltröpfchen bewegen sich in beiden Telexperimenten gleichförmig.

Berechnen Sie die Geschwindigkeiten  $v_{F9}$  und  $v_{S9}$ .

3 Wenn man das Öltröpfchen als kleine Kugel betrachtet, kann seine Ladung  $Q$  näherungsweise mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$Q = \frac{9 \cdot d \cdot \pi}{2 \cdot U} \sqrt{\frac{\eta^3 \cdot (v_F - v_S) \cdot (v_F + v_S)^2}{\rho \cdot g}} .$$

Berechnen Sie mit den in den Telexperimenten 1 und 2 gemessenen bzw. den daraus berechneten Größen die Ladungen  $Q_9$ .

4 Welche hypothetische Schlussfolgerung kann aus der Größe der Ladungen  $Q_1$  bis  $Q_9$  gezogen werden? Begründen Sie Ihre Aussage.