



# SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

## SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2007

### PHYSIK (Grundkursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten  
Bearbeitungszeit: 210 Minuten

---

Aus jedem Themenblock ist ein Thema auszuwählen und anzukreuzen.

Gewählte Themen:

#### Themenblock Grundlagen

---

Thema G1	Untersuchungen zur relativistischen Massenzunahme	<input type="checkbox"/>
Thema G2	Bewegungen in Gravitationsfeldern	<input type="checkbox"/>

#### Themenblock Vertiefungen

---

Thema V1	Wärmeübertragung	<input type="checkbox"/>
Thema V2	Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Atommodellen (Themaaufgabe)	<input type="checkbox"/>
Thema V3	Einschaltvorgang einer Glühlampe	<input type="checkbox"/>

Unterschrift des Prüflings:

## Thema G1: Untersuchungen zur relativistischen Massenzunahme

### 1 Dynamische Masse $m$

Ein wichtiges Ergebnis der speziellen Relativitätstheorie (SRT) Einsteins ist die relativistische Massenzunahme bewegter Körper.

Stellen Sie in einem Diagramm die Abhängigkeit von  $\frac{m}{m_0}$  vom Verhältnis der Geschwindigkeiten  $\frac{v}{c}$  im Intervall  $0 \leq \frac{v}{c} \leq 0,9$  dar.

### 2 Experiment von Bucherer

Im Jahr 1908 entwickelte Bucherer eine Versuchsanordnung mit dem Ziel, die von Einstein in der SRT abgeleitete relativistische Massenzunahme experimentell zu bestätigen.

Im Bild 1 ist der Aufbau der von Bucherer verwendeten Anordnung schematisch dargestellt. Zwischen die Platten eines Plattenkondensators mit der elektrischen Feldstärke  $\vec{E}$  wird ein radioaktives Präparat P eingebracht, das Elektronen mit einer Geschwindigkeit aussendet, die wesentlich größer als  $0,1c$  ist.

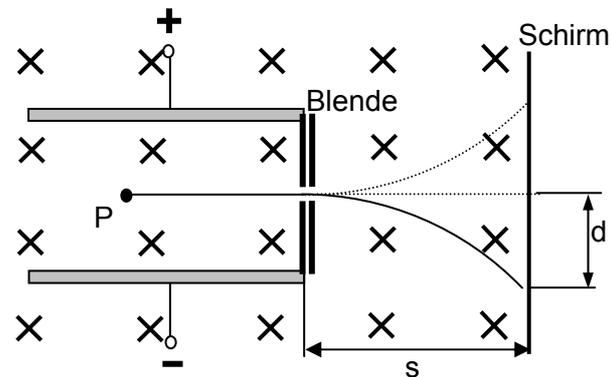


Bild 1

Der gesamte Aufbau, der sich im Vakuum befindet, ist in ein homogenes magnetisches Feld der Flussdichte  $\vec{B}$  eingebettet, so dass  $\vec{E} \perp \vec{B}$  gilt. Die Versuchsanordnung garantiert, dass nur solche Elektronen aus dem Kondensator austreten, die sich parallel zu dessen Platten bewegen. Die Elektronen, die die Blende passiert haben, werden im homogenen Magnetfeld abgelenkt und auf dem Schirm registriert.

Durch Wechsel der Feldrichtungen des elektrischen und magnetischen Feldes entstehen außerhalb des Kondensators spiegelbildliche Bahnen.

- 2.1 Begründen Sie, dass nur Elektronen einer bestimmten Geschwindigkeit den Kondensator parallel zu dessen Platten verlassen können.

Erklären Sie den jeweiligen Verlauf der Bahn außerhalb des Kondensators.

- 2.2 Für die beschriebene Versuchsanordnung ergibt sich für die Bestimmung der spezifischen Ladung folgende Gleichung: 
$$\frac{e}{m} = \frac{2E \cdot d}{B^2 \cdot (s^2 + d^2)}$$

Berechnen Sie die spezifische Ladung und die Masse der Elektronen für folgende Messbedingungen:

$$E = 7,2 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}; B = 3,0 \text{ mT}; s = 8,25 \text{ cm}; d = 4,5 \text{ mm}.$$

Ermitteln Sie die Geschwindigkeit der Elektronen und zeigen Sie, dass diese Messung die Massenzunahme nach der speziellen Relativitätstheorie bestätigt.

- 2.3 Die Untersuchung der Abhängigkeit der spezifischen Ladung von der Geschwindigkeit der Elektronen liefert folgende Ergebnisse:

$\frac{v}{c}$	0,23	0,46	0,60	0,73	0,81	0,88
$\frac{e}{m}$ in $10^{11} \frac{As}{kg}$	1,7	1,6	1,4	1,2	1,1	0,8

Bestimmen Sie aus den Messergebnissen das jeweilige Verhältnis  $\frac{m}{m_0}$  in Abhängigkeit von  $\frac{v}{c}$  und tragen Sie die Werte in das in Aufgabe 1 angefertigte Diagramm ein.

Vergleichen Sie die Werte mit der theoretischen Kurve und bewerten Sie das Ergebnis hinsichtlich des Zieles des Experimentes.

- 2.4 Für schnelle Elektronen kann die spezifische Ladung unter Nutzung der Gleichung für die relativistische Massenzunahme in der folgenden Form dargestellt werden:

$$\left(\frac{e}{m}\right)^2 = -\left(\frac{e}{m_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^2 + \left(\frac{e}{m_0}\right)^2.$$

Die Gleichung zeigt, dass man  $\left(\frac{e}{m}\right)^2$  als lineare Funktion von  $\left(\frac{v}{c}\right)^2$  darstellen kann.

Dieser funktionale Zusammenhang kann in einem Diagramm mit der Ordinate  $\left(\frac{e}{m}\right)^2$  und der Abszisse  $\left(\frac{v}{c}\right)^2$  dargestellt werden.

Stellen Sie die Messwerte von Aufgabe 2.3 in einem solchen Diagramm dar und erläutern Sie, dass der funktionale Verlauf der Messwerte eine weitere Bestätigung der relativistischen Massenzunahme zulässt.

## Thema G2: Bewegungen in Gravitationsfeldern

### 1 Eigenschaften des Gravitationsfeldes

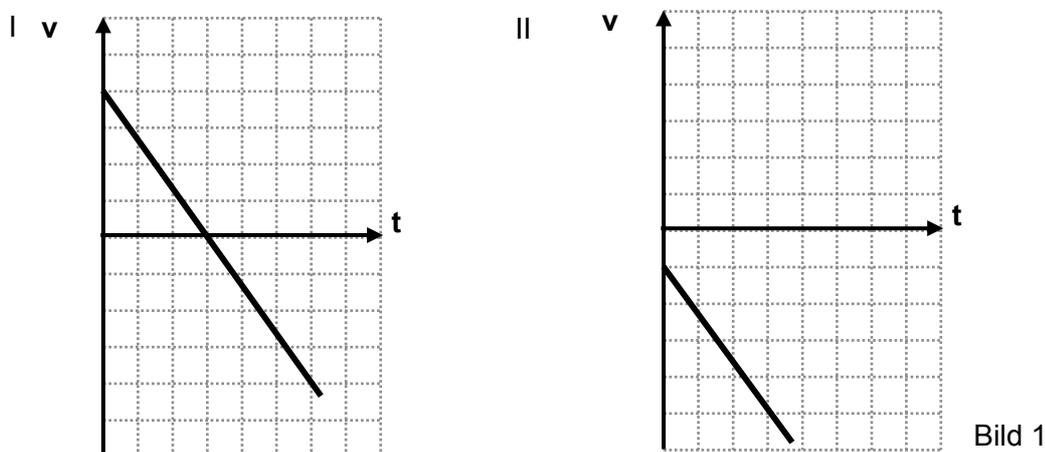
Erläutern Sie den Feldbegriff anhand des Gravitationsfeldes.

Gehen Sie dabei insbesondere auf die Entstehungsursache, die Beschreibungsmöglichkeiten sowie die auf Probekörper wirkende Kraft ein.

### 2 Bewegungen von Körpern in der Nähe der Erdoberfläche

Alle Körper, die sich im Gravitationsfeld der Erde bewegen, unterliegen dem Einfluss der Gravitation. Von der Bewegungsrichtung hängt es ab, in welcher Weise diese auf den Bewegungsablauf einwirkt.

Den Diagrammen I und II (Bild 1) liegen Bewegungen unter dem Einfluss der Gravitation in  $y$ -Richtung zugrunde. Die Reibung kann vernachlässigt und die Gravitationsfeldstärke als konstant betrachtet werden.



2.1 Analysieren Sie die in den Diagrammen dargestellten Bewegungen.

2.2 Skizzieren Sie den prinzipiellen Verlauf der Graphen in  $y(t)$  - Diagrammen, die zu den Bewegungen I und II gehören.

### 3 Bewegungen von Körpern in größerer Entfernung von der Erdoberfläche

Das Erreichen größerer Entfernungen über der Erdoberfläche oder das Verlassen der Erde ermöglichte erst die Raketentechnik. Ein zu lösendes Problem ist der Antrieb.

Erläutern Sie mithilfe einer Skizze und des Impulserhaltungssatzes die prinzipielle Funktionsweise des Antriebs einer einstufigen Rakete.

#### 4 Abhängigkeit der Zugkräfte an der geneigten Ebene von deren Neigungswinkel und der Reibungskraft (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 erfolgt nach den angegebenen Vorgaben. Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

##### Auftrag:

Untersuchen Sie an einer geneigten Ebene, bis zu welchem Neigungswinkel  $\alpha_G$  sich eine Krafteinsparung beim Hinaufziehen eines Körpers gegenüber dem senkrechten Anheben erreichen lässt.

##### Vorbetrachtungen:

- 1 Zeigen Sie, dass für die Zugkraft  $F_{\text{zug}}$  auf der geneigten Ebene die Beziehung  $F_{\text{zug}} = F_G (\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$  gilt.
- 2 Berechnen Sie mithilfe dieser Gleichung die Zugkraft  $F_{\text{zug}}$  in Abhängigkeit vom Neigungswinkel  $\alpha$  für  $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  in geeigneten Abständen. Zur Berechnung der Zugkräfte werden Ihnen die Gleitreibungszahl  $\mu$  und die Gewichtskraft  $F_G$  von der Lehrkraft mitgeteilt.

Stellen den Zusammenhang in einem  $F_{\text{zug}}(\alpha)$  - Diagramm dar.

##### Ablauf des Experimentes:

Ihnen wird die Experimentieranordnung entsprechend Bild 3 zur Verfügung gestellt.

Messen Sie für geeignete Anstiegswinkel  $\alpha$  im Intervall  $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  die Zugkraft  $F_{\text{zug}}$ , die beim Hinaufziehen eines Holzquaders auf einer geneigten Ebene aufgewendet werden muss.

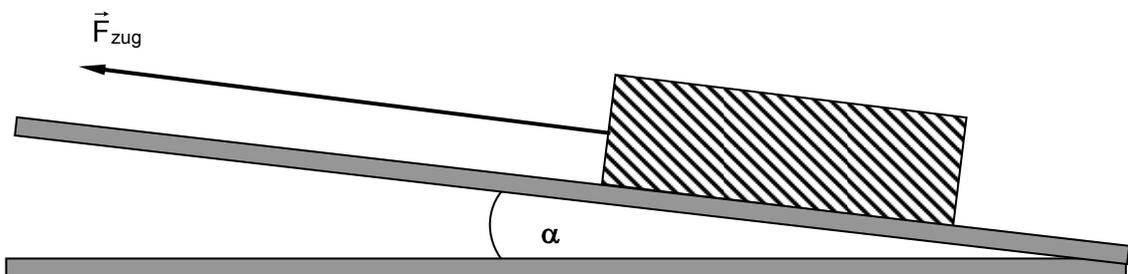


Bild 3

##### Auswertung:

- 1 Zeichnen Sie in das  $F_{\text{zug}}(\alpha)$  - Diagramm der Aufgabe 2 der Vorbetrachtungen mit Ihren Messwerten einen weiteren Graphen ein.
- 2 Ermitteln Sie anhand des Graphen, bis zu welchem Neigungswinkel  $\alpha_G$  unter den gegebenen Bedingungen die Zugkraft  $F_{\text{zug}}$  kleiner als die Gewichtskraft  $F_G$  des Körpers ist.
- 3 Führen Sie eine Fehlerbetrachtung durch.

**Thema V1: Wärmeübertragung****1 Mischungsvorgänge**

Ein Kalorimeter ist mit Wasser der Masse  $m = 300 \text{ g}$  und der Temperatur  $\vartheta_W = 26 \text{ }^\circ\text{C}$  gefüllt. Nun werden Eiswürfel mit der Temperatur  $\vartheta_E$  hinzugegeben. In Abhängigkeit von der Masse des Eises  $m_E$  und der Temperatur  $\vartheta_E$  können sich nach dem Einstellen des thermischen Gleichgewichtes drei qualitativ verschiedene Endzustände ergeben. (Die Wärmekapazität des Kalorimeters kann vernachlässigt werden.)

- 1.1 Beschreiben Sie diese Zustände bezüglich der am Ende vorliegenden Aggregatzustände. Begründen Sie Ihre Aussagen.
- 1.2 Die Eiswürfel haben zu Beginn des Mischungsexperimentes die Temperatur  $\vartheta_E = -28 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Berechnen Sie die Masse der Eiswürfel, wenn sich die Mischungstemperatur  $\vartheta_m = 12 \text{ }^\circ\text{C}$  einstellen soll.

Hinweis:  $c_{\text{Eis}} = 2,09 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

**2 Abkühlvorgänge**

Für das Abkühlen einer Flüssigkeit wurde von Newton um 1700 der Zusammenhang  $\vartheta(t) = \vartheta_U + (\vartheta_A - \vartheta_U) \cdot e^{-k \cdot t}$  gefunden. Die Umgebungstemperatur  $\vartheta_U$ , die Anfangstemperatur  $\vartheta_A$  und die Konstante  $k$  bestimmen den exponentiellen Zusammenhang.

- 2.1 Beschreiben Sie, welchen Einfluss die Größe von  $k$  auf den Abkühlvorgang hat. Nennen Sie zwei Faktoren, die die Konstante  $k$  beeinflussen.
- 2.2 Eine Tasse ist mit heißem Kaffee gefüllt. Die Temperatur  $\vartheta$  des Kaffees wird in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  gemessen. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse dargestellt. Die Umgebungstemperatur beträgt  $\vartheta_U = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

t in s	0	100	200	300	400	500	600	700
$\vartheta$ in $^\circ\text{C}$	85,0	74,8	66,3	59,0	52,9	47,8	43,4	39,8

Überprüfen Sie mithilfe von zwei Messwertpaaren aus der Wertetabelle, dass für dieses Experiment gilt:  $k = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ .

Ermitteln Sie die Zeit, nach der sich die Flüssigkeit auf  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  abgekühlt hat.

**Thema V2: Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Atommodellen  
(Themaufgabe)**

Bringt man Gase zum Leuchten entstehen charakteristische Spektren. Anfang des 20. Jahrhunderts vermutete man, dass zwischen der Emission und der Absorption von Licht und dem atomaren Aufbau dieser Gase ein Zusammenhang besteht.

1922 erhielt Niels Bohr für seine Verdienste um die Erforschung der Struktur der Atome und der von ihnen ausgehenden Strahlung den Nobelpreis für Physik.

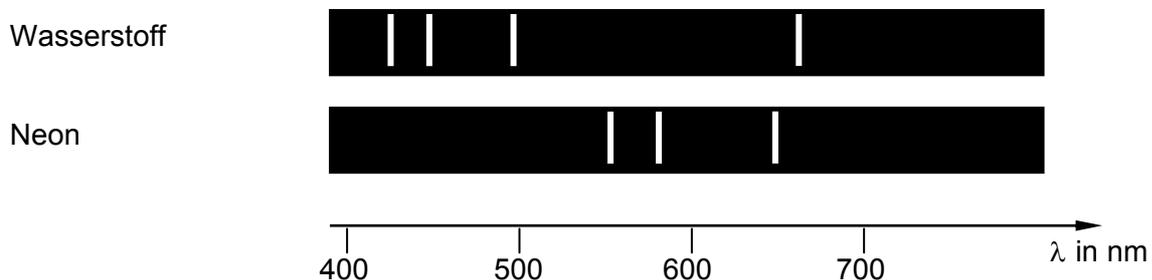
Stellen Sie in einer sprachlich geschlossenen und zusammenhängenden Form die wechselseitige Beeinflussung von Modell und Experiment, Theorie und Praxis am Beispiel der Entwicklung der Vorstellungen über den Atombau her. Gehen Sie dabei auf die folgenden Schwerpunkte ein:

- Streuversuch von Rutherford,
- Atommodell von Rutherford – Leistungen und Grenzen,
- Emissionsspektren,
- Atommodell von Bohr – Leistungen und Grenzen.

Bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung kann nachfolgendes Material verwendet werden.

**Material:**

Spektrallinien von atomarem Wasserstoff und Neon



**Thema V3:        Einschaltvorgang einer Glühlampe**

Bei einer Glühlampe wird ein fester Stoff durch elektrischen Strom so hoch erhitzt, dass er sichtbares Licht aussendet. Die Lichtintensität soll besonders groß sein. Um das dafür nötige weiße Licht zu erhalten, muss die Schmelztemperatur des Drahtes möglichst hoch sein. Wolframlegierungen mit  $\vartheta_s > 3000 \text{ °C}$  erfüllen diese Forderung. Dennoch begrenzt man im Dauerbetrieb die Drahttemperaturen auf etwa  $2700 \text{ °C}$ , um eine durchschnittliche Lebensdauer von 1000 Stunden zu erreichen.

Eine Glühlampe geht oftmals direkt nach dem Einschalten kaputt.

Nachfolgend soll mit einer Messreihe untersucht werden, warum gerade der Einschaltvorgang die Glühwendel so stark belastet, dass sie reißt.

**Versuchsdurchführung**

Mit einem Messsystem werden die Stromstärke und der Widerstand einer Glühlampe ( $3,5 \text{ V} / 0,2 \text{ A}$ ) gemessen. Damit kann der Einschaltvorgang elektronisch sicher erfasst werden.

**Messwerte**

Tabelle 1 enthält einen Auszug der vollständigen Messtabelle.

Messung Nr.	t in s	I in A	R in $\Omega$
.....			
10	0,009	0,210	2,19
11	0,010	0,290	2,32
12	0,011	0,414	2,39
13	0,012	0,543	2,57
14	0,013	0,625	3,11
15	0,014	0,625	3,99
17	0,016	0,633	4,41
19	0,018	0,600	5,02
21	0,020	0,460	7,19
31	0,030	0,291	11,4
41	0,040	0,240	14,0
51	0,050	0,213	15,7
61	0,060	0,206	16,3
81	0,080	0,205	16,5
101	0,100	0,205	16,6

Tabelle 1

**Aufgaben**

- 1 Zeichnen Sie das  $I(t)$  - und das  $R(t)$  - Diagramm über den gesamten Messbereich mit ausgewählten Messwerten.

Beschreiben Sie den Verlauf der Graphen.

Interpretieren Sie das  $I(t)$  - Diagramm.

- 2 Die Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur kann mit der Gleichung  $R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta)$  beschrieben werden.

Bestimmen Sie damit den Temperaturzuwachs des Glühfadens zwischen  $t_1 = 0,010$  s und  $t_2 = 0,100$  s, wenn der Koeffizient  $\alpha = 0,0048 \text{ K}^{-1}$  beträgt.

- 3 Begründen Sie mithilfe der Messergebnisse bzw. der Diagramme, warum Glühlampen insbesondere beim Einschalten so stark belastet werden.

Berücksichtigen Sie dabei, dass durch die Herstellung und den Betrieb geringfügige Einschnürungen an einzelnen Stellen des Drahtes vorhanden sind. Betrachten Sie dabei den Draht als Reihenschaltung mehrerer Widerstände (Bild 1).

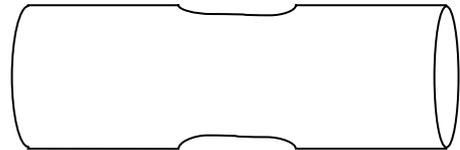


Bild 1