



SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2006

PHYSIK (Leistungskursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten
Bearbeitungszeit: 300 Minuten

Aus jedem Themenblock ist ein Thema auszuwählen und anzukreuzen.

Gewählte Themen:

Themenblock Grundlagen

Thema G1	Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern	<input type="checkbox"/>
Thema G2	Bewegungen im Gravitationsfeld	<input type="checkbox"/>

Themenblock Vertiefungen

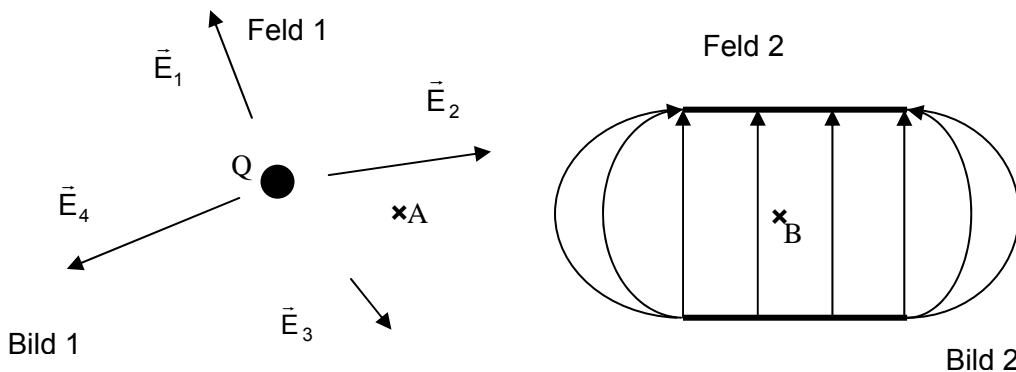
Thema V1	Spezielle Zustandsänderungen und Arbeitsberechnung	<input type="checkbox"/>
Thema V2	Die physikalische Natur des Lichts (Themaaufgabe)	<input type="checkbox"/>
Thema V3	Die Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums h mithilfe von Kondensatorentladungen	<input type="checkbox"/>

Unterschrift des Prüflings:

Thema G1: Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern

1 Elektrische Felder

Im Bild 1 ist das Feld einer Punktladung, im Bild 2 das Feld eines Plattenkondensators dargestellt.



- 1.1 Formulieren Sie Aussagen über Eigenschaften dieser Felder.
- 1.2 Beschreiben Sie, wie sich eine zunächst ruhende positive Probeladung
 - a) vom Punkt A aus im Feld 1,
 - b) vom Punkt B aus im Feld 2

bewegen würde. Begründen Sie Ihre Aussagen.

Der Einfluss des Gravitationsfeldes wird dabei vernachlässigt.

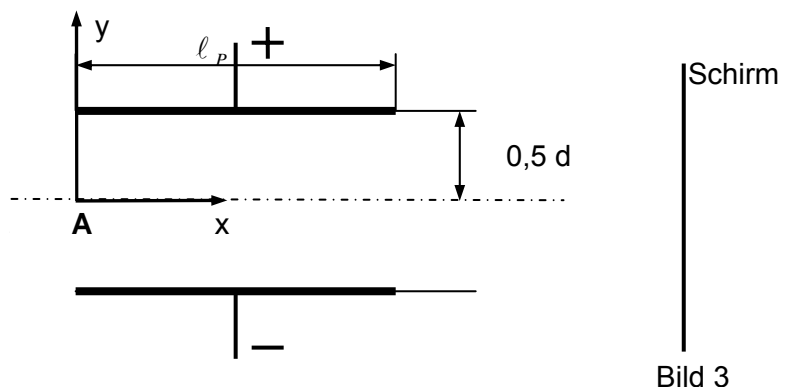
2 Elektronenstrahlröhre

Das Plattenpaar stellt ein Ablensystem für einen Elektronenstrahl dar, der den Punkt A mit der Geschwindigkeit v_0 in x-Richtung erreicht, das Plattenpaar passiert und auf dem Schirm auftrifft (Bild 3).

Die gesamte Anordnung befindet sich im Vakuum. Für die Betrachtungen wird nur das Feld im Innern des Kondensators berücksichtigt und das Gravitationsfeld wird vernachlässigt.

Daten:

- $v_0 = 1,3 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $l_P = 6,5 \text{ cm}$
- $d = 2,0 \text{ cm}$



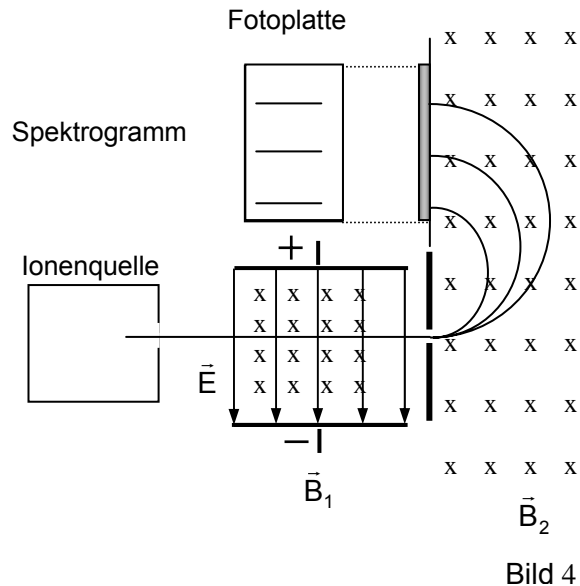
- 2.1 Erläutern Sie den Bewegungsablauf des Elektrons vom Punkt A bis zum Auftreffen auf dem Schirm.

Leiten Sie eine Gleichung für die Bahnkurve der Elektronen innerhalb des Kondensators her. (Ergebnis zur Kontrolle, z. B.: $y = \frac{e \cdot E_y}{2 m_e \cdot v_0^2} x^2$).

- 2.2 Weisen Sie nach, dass der Elektronenstrahl die Kondensatoranordnung bei einer anliegenden Spannung von $U = 50 \text{ V}$ unter einem Winkel von $\alpha = 9,6^\circ$ gegen die Horizontale verlässt.

3 Ionen in elektrischen und magnetischen Feldern

Beim Aston'schen Massenspektrographen durchlaufen die Ionen ein Geschwindigkeitsfilter, das aus einem gekreuzten elektrischen und magnetischen Feld ($\vec{E} \perp \vec{B}_1$) besteht (Bild 4).



3.1 Erläutern Sie, wie mit diesem Filter alle Ionenarten gleicher Geschwindigkeit ausgewählt werden. Begründen Sie Ihre Überlegungen.

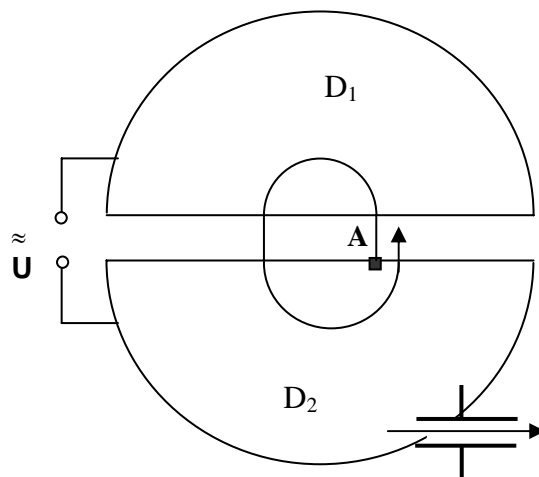
Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Ionen, wenn sie sich bei einer elektrischen Feldstärke von $E = 764 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ und einer magnetischen Flussdichte $B_1 = 3,9 \text{ mT}$ geradlinig durch das Geschwindigkeitsfilter bewegen.

3.2 Ein Strahl einfach ionisierter Neonatome durchläuft das Geschwindigkeitsfilter mit einer Geschwindigkeit $v = 2,0 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Sie werden im magnetischen Feld mit $B_2 = 0,6 \text{ T}$ auf verschiedene Kreisbahnen gezwungen.

Geben Sie die Ursache für diesen Sachverhalt an.

Bestimmen Sie die Masse eines Teilchens mit dem Bahnradius $r = 7,28 \text{ cm}$.

3.3 Bei einem Versuch werden Deuteronen (Atomkerne des schweren Wassers mit $m = 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ und $Q = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) in einem Zyklotron beschleunigt (Bild 5). Dabei ist die Anfangsgeschwindigkeit vernachlässigbar klein. Während eines vollen Umlaufs wird ein Deuteron zweimal beschleunigt.



Zeigen Sie, dass für die Endgeschwindigkeit der Deuteronen nach n vollen Umläufen gilt:

$$v = \sqrt{4n \cdot \frac{Q}{m} \cdot U}$$

Bild 5

Berechnen Sie die Anzahl der vollen Umläufe, die bei einer Spannung von $U = 1,0 \text{ kV}$ notwendig sind, damit die Deuteronen mit einer Geschwindigkeit von $v = 5,82 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ die Apparatur verlassen können.

Begründen Sie, dass mit einem solchen Zyklotron Geschwindigkeiten in der Nähe der Lichtgeschwindigkeit für Ionen unmöglich sind.

Thema G2: Bewegungen im Gravitationsfeld

Am 15. Oktober 1997 startete mithilfe einer Titan-IV-B/Centaur-Rakete die amerikanische Weltraumsonde „Cassini“ zu ihrem über sieben Jahre langen Flug zum Saturn. In ihrem „Gepäck“ befand sich die europäische Sonde „Huygens“. Das Sondenpaar soll u. a. nach Spuren von Leben im All suchen. Im Sommer 2004 erreichten sie gemeinsam den Anziehungsbereich des Saturns. Weihnachten 2004 löste sich die europäische Sonde „Huygens“ vom amerikanischen Mutterschiff „Cassini“, um am 14. Januar 2005 erfolgreich auf dem Saturnmond Titan zu landen.

1 Gravitationsfeld

- 1.1 Um diese Weltraumreise durchführen zu können, musste zuerst das Gravitationsfeld der Erde überwunden werden.

Stellen Sie grafisch die Gravitationsfeldstärke in Abhängigkeit vom Abstand zur Erdoberfläche im Intervall $r_{\text{Erde}} \leq r \leq 8 r_{\text{Erde}}$ dar.

- 1.2 Das Gravitationsfeld der Erde kann in Erdnähe als homogen angesehen werden. Wird ein Körper auf große Distanz zur Erde gebracht, muss das Gravitationsfeld als Radialfeld betrachtet werden.

Erläutern Sie, welche Schlussfolgerungen sich daraus für die Berechnung der Hubarbeit im Gravitationsfeld in beiden Fällen ergeben. Die Einflüsse anderer Himmelskörper sind zu vernachlässigen.

2 Raketenflug

Eine Titan-IV-B/Centaur Trägerrakete beförderte „Cassini“ in eine Umlaufbahn um die Erde.

- 2.1 Was versteht man unter der ersten und der zweiten kosmischen Geschwindigkeit?

Leiten Sie eine Gleichung zur Berechnung einer dieser Geschwindigkeiten her und berechnen Sie diese.

- 2.2 Um die notwendigen hohen Geschwindigkeiten für die Saturnmission zu erreichen benutzte man eine mehrstufige Trägerrakete.

Begründen Sie die Notwendigkeit des Mehrstufenprinzips.

Die Geschwindigkeit, die eine Rakete erreichen kann, wird mit der so genannten Raketen-gleichung $v = v_0 + v_{\text{Gas}} \cdot \ln \frac{m_A}{m_E}$ bestimmt.

Berechnen Sie, welche Geschwindigkeit eine Rakete mit einer Startmasse von $m_A = 714 \text{ t}$ nach einer Brenndauer von $t = 140 \text{ s}$ mithilfe der ersten Raketenstufe erreichen kann, wenn die verbleibende Masse $m_E = 104 \text{ t}$ und die Ausströmgeschwindigkeit der Gase $v_{\text{Gas}} = 2541 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ beträgt. Lösen Sie diese Aufgabe ohne und mit Berücksichtigung der Fallbewegung für $g = \text{konstant}$ im Erdfeld.

Äußern Sie sich über die real erreichbare Geschwindigkeit. Begründen Sie Ihre Aussage.

3 Saturnmond Titan

Der Lander „Huygens“ sollte den bereits 1655 von Christian Huygens entdeckten Saturnmond Titan messtechnisch untersuchen. Titan umläuft den Saturn auf einer Bahn mit dem mittleren Radius von 1 222 000 km in 15 Tagen 22 Stunden und 54 Minuten.

Berechnen Sie aus diesen Daten die Masse des Saturns und die Umlaufgeschwindigkeit des Titans um den Ringplaneten. Leiten Sie dazu die Gleichung zur Berechnung der Zentralkörpermasse her.

4 Bestimmung der Fallbeschleunigung g (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

Bestimmen Sie die Größe der Fallbeschleunigung g an Ihrem Schulort mithilfe der Atwood'schen Fallmaschine.

Vorbetrachtungen

- 1 Nennen Sie zwei Bedingungen, die den Wert der Fallbeschleunigung im Allgemeinen beeinflussen.
- 2 Das Experiment wird Ihnen entsprechend dem im Bild 1 dargestellten Aufbau zur Verfügung gestellt. Durch die Masse m_R soll die Reibung ausgeglichen werden. Durch die Masse m_B werden die über einen Faden verbundenen, gleich großen Massen m_1 und m_2 in Bewegung gesetzt. Aus der Zeit t , die zum Durchlaufen der Strecke s benötigt wird, kann die Fallbeschleunigung ermittelt werden.

Zeigen Sie, dass zur Berechnung von g aus den Messwerten folgende Gleichung gilt:

$$g = \frac{2s}{t^2} \cdot \frac{m_1 + m_2 + m_R + m_B}{m_B}$$

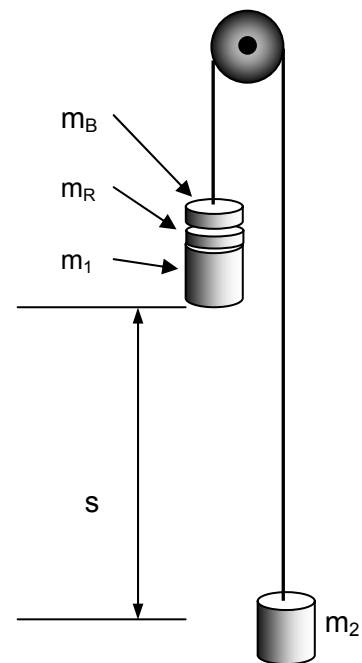


Bild 1

Ablauf des Experiments

- 1 Wählen Sie für die Massen m_1 und m_2 jeweils mindestens 100 g sowie für die Ablaufstrecke s mindestens 0,50 m.
- 2 Ermitteln Sie aus den bereitgestellten Massestücken eine geeignete Masse m_R so, dass sich die über den Faden verbundenen Massen nach dem einmaligen Anschieben annähernd gleichförmig bewegen.
- 3 Messen Sie für drei verschiedene Massen m_B die jeweiligen Durchlaufzeiten. Wiederholen Sie die Einzelmessungen noch mindestens zweimal.

Auswertung

- 1 Berechnen Sie aus den Messwerten den Mittelwert \bar{g} für die Fallbeschleunigung.
- 2 Vergleichen Sie den von Ihnen ermittelten Wert mit dem Tabellenwert für g und gehen Sie auf systematische und zufällige Fehler bei der Durchführung des Experiments ein.
- 3 Beschreiben Sie kurz ein weiteres Experiment zur Ermittlung der Fallbeschleunigung.

Thema V1: Spezielle Zustandsänderungen und Arbeitsberechnung

Gase, welche in erster Näherung als ideale Gase betrachtet werden dürfen, können spezielle Zustandsänderungen durchlaufen. Bei der Expansion von solchen Gasen wird von ihnen Arbeit verrichtet. Wird das Gas jedoch komprimiert, so muss am System Arbeit verrichtet werden.

Für ein spezielles, als ideal angenommenes Gas soll eine adiabatische Expansion vom Anfangszustand A in den Endzustand E betrachtet werden (Bild 1). Dabei läuft die Expansion zwischen den Isothermen der Temperaturen T_1 und T_2 ab. Das Gas sei einatomig und habe eine Stoffmenge von $n = 0,5$ mol. Weiterhin sind nachfolgende Daten bekannt:

$$T_1 = 500 \text{ K}$$

$$T_2 = 350 \text{ K}$$

$$V_A = 0,40 \text{ dm}^3$$

$$V_E = 0,68 \text{ dm}^3.$$

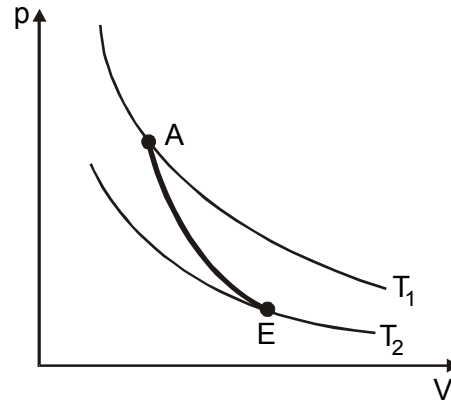


Bild 1

Eine derartige adiabatische Expansion kann mit der Gleichung

$$p(V) = p_A \cdot \left(\frac{V_A}{V} \right)^\kappa \quad (1)$$

beschrieben werden, wobei in diesem Fall $\kappa = 1,67$ ist.

- 1 Erläutern Sie, was man in der Naturwissenschaft unter adiabatischen Zustandsänderungen versteht und wenden Sie darauf den ersten Hauptsatz der Thermodynamik an. Geben Sie ein Beispiel aus der Technik an, bei welchem man in erster Näherung von einer adiabatischen Zustandsänderung sprechen kann.
- 2 Zeichnen Sie in ein und dasselbe $p(V)$ – Diagramm die beiden Isothermen und die Adiabate der Expansion zwischen den Isothermen. Berechnen Sie die dafür notwendigen Werte. Nutzen Sie dabei auch Gleichung (1).
- 3 Berechnen Sie die Arbeit, welche vom Gas bei der adiabatischen Expansion verrichtet wird. Nehmen Sie die Gleichung (1) als Grundlage der Herleitung einer Gleichung. Erläutern Sie, wie Sie die Richtigkeit der Größenordnung Ihres Ergebnisses mithilfe der grafischen Darstellung überprüfen können.

Thema V2: Die physikalische Natur des Lichts (Themaufgabe)

Beschreiben Sie in einer sprachlich zusammenhängenden Darstellung die unterschiedlichen physikalischen Vorstellungen (Modelle) über die Natur des Lichts. Berücksichtigen Sie dabei u. a. folgende Schwerpunkte:

- beobachtbare Phänomene (Brechung, Beugung und Interferenz, äußerer lichtelektrischer Effekt),
- Experimente zum Nachweis dieser Phänomene des Lichts,
- Licht als Träger von Energie,
- drei verschiedene Modelle für das Licht, einschließlich ihrer Leistungen und Grenzen.

Thema V3: Die Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums h mithilfe von Kondensatorentladungen

In dieser Aufgabe sollen Experimente mit einer Fozelle betrachtet werden, die eine Bariumkatode besitzt. Diese Fozelle wird nacheinander mit dem Licht der Spektrallinien einer Wasserstofflampe bestrahlt. Zur Messwerterfassung wird die Kondensatormethode eingesetzt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die sichtbaren Linien des Spektrums von atomarem Wasserstoff mit den zugehörigen Wellenlängen.

Farbe	Farbe 1	Farbe 2	Farbe 3	Farbe 4	Farbe 5
	Rot	Blau	Indigo	Violett 1	Violett 2
λ in nm	656	486	434	410	397

Durchführung

Bei diesem Experiment wird die Bariumfotocelle nacheinander mit dem Licht der blauen Spektrallinie (Farbe 2), der Indigospektrallinie (Farbe 3) und der zweiten violetten Spektrallinie (Farbe 5) bestrahlt. Durch die Fotoelektronen wird ein Kondensator der Kapazität $C = 7500 \mu\text{F}$ aufgeladen. Anschließend wird dieser Kondensator über einen Widerstand $R = 3\text{k}\Omega$ entladen und die Entladestromstärke wird in Abhängigkeit von der Zeit aufgenommen.

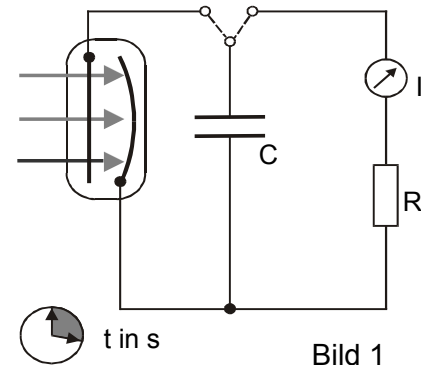


Bild 1

Messwerte

t in s	0	5	10	15	20	25	30
I(t) in μA (Farbe 2)	.....	8,0	6,4	5,1	4,1	3,3	2,6
I(t) in μA (Farbe 3)	.....	88,1	70,5	56,5	45,2	36,2	29,0
I(t) in μA (Farbe 5)	.....	160,1	128,2	102,7	82,2	65,8	52,7
t in s	35	40	45	50	55	60	
I(t) in μA (Farbe 2)	2,1	1,7	1,4	1,1	0,9	0,7	
I(t) in μA (Farbe 3)	23,2	18,6	14,9	11,9	9,5	7,6	
I(t) in μA (Farbe 5)	42,2	33,8	27,1	21,7	17,4	13,9	

Aufgaben

- Zeichnen Sie die Entladekurven des Kondensators für die drei Lichtfarben in ein und dasselbe $I(t)$ - Diagramm.
Bestimmen Sie näherungsweise mithilfe der Kurven die jeweiligen Anfangsstromstärken I_0 .
- Berechnen Sie mittels ausgewählter Messwerte und der Gleichung $I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$ die Anfangsstromstärken I_0 und die Anfangsspannungen U_0 für $t = 0$.
Vergleichen Sie die Ergebnisse für die Stromstärken mit denen aus Aufgabe 1.
- Zeichnen Sie mithilfe der Ergebnisse die Einstein'sche Gerade im $E_{\text{kin}}(f)$ - Diagramm und lesen Sie daraus die Grenzfrequenz f_G und die Austrittsarbeit W_A für Barium ab.
- Berechnen Sie unter Nutzung der Spektrallinien der Farben 2 und 5 das Planck'sche Wirkungsquantum h . Vergleichen Sie diesen Wert mit dem im Tafelwerk.